POLSKA AKADEMIA NAUK
ZAKŁAD PALEOZOOLOGII

ACTA PALAEONTOLOGICA POLONICA

Vol. IV



No. 3

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE
WARSZAWA
1959

ACTA PALAEONTOLOGICA POLONICA

Vol. IV No. 1 1959

P O L S K A   A K A D E M I A   N A U K
Z A K Ł A D   P A L E O Z O O L O G I I

A C T A
P A L A E O N T O L O G I C A
P O L O N I C A

Vol. IV



No. 3

P A Ń S T W O W E   W Y D A W N I C T W O   N A U K O W E
W A R S Z A W A
1 9 5 9

Adres Redakcji — Adresse de la Rédaction
Warszawa, ul. Nowy Świat Nr 67
Zakład Paleozoologii PAN i UW

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE — DZIAŁ CZASOPISM
WARSZAWA, MIODOWA 10

Nakład 550+130	*Oddano do składu 16.VII.1959*
Ark. wyd. 10,75, druk. 9+4 wkł.	*Podpisano do druku 15.X.1959*
Papier druk. sat. kl. III, 80 g. 70×100	*Druk ukończono w październiku 1959*
Cena zł 30	*Zam 302* *W-?*

WARSZAWSKA DRUKARNIA NAUKOWA, W-WA, ŚNIADECKICH 8

A C T A   P A L A E O N T O L O G I C A   P O L O N I C A
Vol. IV   1 9 5 9   No. 3

ROMAN KOZŁOWSKI

LES HYDROÏDES ORDOVICIENS À SQUELETTE CHITINEUX

Sommaire. — L'auteur expose les résultats de ses études consacrées aux Hydroïdes à squelette chitineux. On a extrait ces fossiles des galets erratiques calcaires de l'Ordovicien, en les dissolvant dans l'acide chlorhydrique. Les formes décrites sont assignées à 15 genres et 22 espèces, dont 11 genres et 19 espèces considérés comme nouveaux pour la science.

AVANT-PROPOS

Les matériaux qui ont servis à la présente étude ont été assemblés pendant environ dix ans. Dissolvant systématiquement durant ce laps de temps des galets calcaires erratiques de l'Ordovicien, dans le but d'en préparer les Graptolites, j'ai rencontré à plusieurs reprises des fragments chitineux appartenant sans aucun doute à des Hydroïdes. L'étude des matériaux ainsi graduellement réunis était conduite dans les moments libres d'autres recherches et occupations, surtout pendant les trois dernières années. Des matériaux nouveaux s'ajoutant de temps à autre en cours d'étude, permettaient parfois de compléter ou de corriger les résultats déjà obtenus. Quoique l'on poursuive les travaux de préparation des calcaires ordoviciens qui fourniront sans doute d'autres matériaux d'Hydroïdes, je me suis décidé à publier les résultats obtenus jusqu'à présent. J'espère que mon travail va inciter les paléontologistes aux études des Hydroïdes à squelette chitineux, groupe jusqu'ici négligé et sur lequel les traités de paléontologie soit ne donnent aucune information, soit insèrent des données souvent inexactes.

MATÉRIAUX ET MÉTHODES

Les Hydroïdes sont incomparablement plus rares que les Graptolites dans les galets erratiques ordoviciens de Pologne. Leurs restes sont en moyenne plus menus et leur périderme en général plus mince et plus fragile que celui des Graptolites. Tandis que les thèques des Graptolites

ont les bords aperturaux le plus souvent épaissis, chez les Hydroïdes les hydrothèques ont les bords libres extrêmement minces et presque jamais conservés intacts, les parties terminales étant habituellement froncées et déchiquetées.

Les fragments d'Hydroïdes étant d'une manière générale beaucoup plus fragiles que ceux des Graptolites, il n'est possible de les manipuler que dans un milieu liquide épais comme la glycérine. Si l'on dessèche les échantillons, ils subissent le plus souvent un aplatissement. Les essais de conserver les échantillons dans du baume de Canada se terminaient le plus souvent par leur détérioration. Une longue pratique a prouvé que le meilleur milieu pour leur conservation est la glycérine.

Les échantillons extraits du calcaire après sa dissolution sont en général noirs ou d'un brun foncé, non transparents. Afin de pouvoir les étudier d'une manière satisfaisante, il faut les décolorer. La décoloration se pratique aisément dans l'acide azotique concentré, auquel on ajoute du chlorate de potasse. L'opération est conduite en petits vases clos. Les spécimens minces se décolorent rapidement, en moyenne en 15—30 minutes, tandis que les épais doivent rester dans le liquide plusieurs heures. Si cela ne suffit pas, on les transporte dans un réactif frais et on continue le procédé. De cette manière on obtient presque toujours des spécimens plus ou moins transparents ou du moins translucides, les minces devenant jaune-paille et les épais — plus brunâtres.

Après la décoloration, les échantillons sont lavés dans de l'eau et mis dans la glycérine. Lors de toutes ces manipulations on se sert de pipettes de différent calibre. Malgré toutes les précautions, il est inévitable que certains échantillons particulièrement fragiles ne soient pas abimés.

Les échantillons décolorés conservés dans la glycérine étaient étudiés d'abord à la loupe binoculaire, tant en lumière réfléchie qu'en lumière transmise, au grossissement allant de 12,5 à 100 fois. Les détails très fins de structure exigeaient des études au microscope en lumière transmise, au grossissement de 150 à 400.

Pour élucider la morphologie et en particulier les relations mutuelles des thèques et leur liaison avec les rameaux, il est nécessaire de pouvoir examiner l'échantillon en différentes positions. On ne peut le faire commodément que dans la glycérine, en y tournant l'échantillon au moyen des poils de différente épaisseur, enchassés en tubes de verre.

Les échantillons ont été dessinés à l'aide de l'appareil d'Abbé monté sur le microscope. Le placement de l'échantillon dans la position voulue et en immobilité pendant le temps, souvent long, nécessaire pour exécuter le dessin et lors du transfert de la préparation de la platine de la loupe binoculaire à celle du microscope, est particulièrement délicat. On y arri-

vait en plaçant dans la glycérine de menus fragments de verre et en montant des échafauds autour de l'échantillon.

Les hydrosomes ramifiés se sont conservés souvent de façon que les thèques et les rameaux restent plus ou moins superposés les uns aux autres et sont plus ou moins déformés. Dans ces cas, il est difficile d'établir exactement quelle est l'union des thèques aux rameaux. Les dessins de tels échantillons ne peuvent pas donner au lecteur une image claire de ces relations. Pour cette raison j'ai accompagné les dessins de plusieurs spécimens de figures plus ou moins schématisées afin de rendre intelligible la structure préalablement élucidée.

LA VALEUR DES MATÉRIAUX ÉTUDIÉS

Toutes les formes décrites dans le présent mémoire sont représentées uniquement par des fragments des hydrosomes et souvent par un seul exemplaire. Par conséquent, elles ne peuvent pas donner l'image satisfaisante de l'hydrosome entier. Si l'on trouve parfois des parties correspondant vraisemblablement à des hydrorhizes, elles ne restent pas en connexion avec les autres parties de l'hydrosome. La plupart des échantillons consiste en fragments de rameaux avec des hydrothèques. Ces dernières ne sont qu'exceptionnellement conservées en entier, leurs bords libres étant d'habitude plus ou moins déchiquetés.

Etant donné cet état de conservation des matériaux, on peut se demander quelle est leur valeur du point de vue de la taxonomie zoologique. Les Hydroïdes récents à squelette chitineux sont répartis en général entre deux groupes: les Athecata ou Gymnoblastea et les Thecaphora ou Calyptoblastea, suivant que leurs hydranthes et gonophores sont nus ou renfermés respectivement dans des hydrothèques et gonothèques chitineuses. Il y a, en outre, certaines différences dans la morphologie des parties molles de leurs représentants, en particulier dans la génération médusoïde, ce qui échappe évidemment au paléontologiste.

Chez certaines formes décrites ici, les hydrothèques sont suffisamment bien conservées pour permettre une comparaison avec les Thecaphora récents et les assigner à cet ordre. Dans les cas cependant où seules sont conservées les parties proximales, cylindriques des thèques, on n'est pas toujours pleinement certain s'il s'agit là d'enveloppes péridermiques des pédoncules des Thecaphora seulement, les hydrothèques ayant été détruites, ou si l'on a à faire à des tubes protégeant les pédoncules des Athecata, dont les hydranthes restaient nus. Un certain critère peut être fourni par la présence des gonothèques, propres seulement aux Thecaphora, les gonophores des Athecata étant nus. Malheureusement, la plupart des organes ici décrits, qu'il y a lieu de considérer comme gonothèques, ont été rencon-

trés à l'état isolé, sans qu'il soit possible de les attribuer à des hydrosomes particuliers.

Certaines formes décrites se distinguent cependant par un dimorphisme thécal plus ou moins accentué. Dans ces cas on a à faire, selon toute probabilité, à des hydrothèques et des gonothèques. Néanmoins, l'attribution des thèques particulières à une de ces deux catégories n'est pas souvent aisée.

Aucun échantillon n'est pourvu de thèques qu'on pourrait interpréter comme des nématothèques, telles qu'on en connaît chez les représentants récents des Plumulariidés et des Aglaophénidés.

La systématique des formes polypoïdales des Athecata récents est basée principalement sur la distribution et la morphologie des tentacules. Ce critère n'est pas applicable aux formes fossiles. Dans la systématique des Thecaphora récents on attache une importance particulière à la forme de l'hypostome, ce qui ne peut non plus être pris en considération quand il s'agit des formes fossiles.

Les principaux critères diagnostiques pour les Hydroïdes fossiles sont: la morphologie des thèques, leur répartition sur les rameaux, leur mode de connexion avec ceux-ci et l'existence ou l'absence de dimorphisme thécal.

La comparaison exacte des formes ordoviciennes avec les récentes est très difficile; il est probable en effet qu'on a à faire non seulement à des espèces et des genres éteints, mais souvent à des représentants des familles, voire des unités taxonomiques plus élevées, inconnues dans la faune hydroïdienne d'aujourd'hui. Certaines formes ordoviciennes se distinguent à un tel degré de tous les Hydroïdes récents que leur appartenance même à ce groupe de Coelentérés n'est pas tout à fait sûre.

Le fait que certaines formes ici décrites étaient pourvues de diaphragmes à structure différente et beaucoup plus compliquée que les diaphragmes hydrothécales des Thecaphora récents, semble indiquer que leurs parties molles ont atteint aussi un degré plus élevé de spécialisation. Indirectement cela pourrait témoigner qu'à l'Ordovicien les Hydroïdes formaient un groupe de Coelentérés hautement différencié. Mais leurs relations avec les représentants récents de ce groupe ne pourront être élucidées qu'au fur et à mesure que seront étudiés les Hydroïdes de différentes périodes géologiques, ce qui théoriquement n'est pas impossible.

Partant de toutes ces considérations, je suis arrivé à la conviction qu'il serait prématuré, dans les conditions actuelles de connaissance des Hydroïdes fossiles, de s'efforcer à classer les formes ici décrites dans les familles créées pour les formes récentes, ou d'établir à présent pour elles des familles spéciales. Il est préférable de se limiter pour le moment à l'établissement des unités taxonomiques inférieures, c'est-à-dire des gen-

res et des espèces. Même ainsi, il n'est pas toujours aisé de décider, si un caractère donné doit être considéré comme générique ou spécifique. Il est possible, par conséquent, que les études futures des Hydroïdes fossiles feront modifier plus ou moins les diagnoses des unités taxonomiques proposées dans ce mémoire.

CONNAISSANCE DES HYDROÏDES FOSSILES

Quoique les Hydroïdes actuels à périderme chitineux, c'est-à-dire les Athecata et les Thecaphora, ont des chances de se conserver à l'état fossile, pourtant on n'en a décrit jusqu'à présent qu'un nombre très limité et l'appartenance de la plupart des fossiles, assignés jusqu'ici aux Hydroïdes, reste incertaine.

Les parties chitineuses des Hydroïdes peuvent être conservées soit dans des sédiments argileux, soit dans des calcaires et des roches siliceuses. Dans le premier cas elles subissent presque toujours un aplatissement, dans le second elles peuvent conserver leur forme primitive peu modifiée et même les plus fins détails structuraux. L'identification des spécimens aplatis dans les schistes comme des Hydroïdes est fort embarrassante, voire souvent impossible. Il est donc plutôt surprenant que différents auteurs partant de tels restes non seulement n'ont pas hésité d'y reconnaître des Hydroïdes, mais les ont placés dans des familles créées pour les formes récentes et y voyaient même des genres très voisins des genres connus dans les mers d'aujourd'hui. Il suffit cependant de lire les descriptions et d'examiner les illustrations de ces supposés Hydroïdes pour arriver à la conclusion que ces ressemblances étaient pour la plupart illusoires. Les diagnoses des unités taxonomiques basées sur de pareils matériaux sont en général tout à fait insuffisantes.

Ces remarques se réfèrent, en particulier, aux genres *Archaeocryptolaria* Chapman, 1919, *Archaeolaofea* Chapman, 1919, *Protohalecium* Chapman & Thomas, 1936, *Sphenoecium* Chapman & Thomas, 1936, et *Archaeoantennularia* Decker, 1952; les premiers quatre — du Cambrien de l'Australie, le dernier — du Dévonien moyen de l'Amérique du Nord.

Il est à remarquer que la plupart, sinon toutes les formes australiennes ont des caractères plus ou moins nettement graptolitiques. Cela concerne aussi bien la morphologie générale de leurs colonies que le fait de voir, sur les thèques de certaines de ces formes, des stries fusellaires si caractéristiques des Graptolites (voir *Archaeolaofea longicornis* Chapman, 1919, pl. 19, fig. 1, et *A. serialis* Chapman & Thomas, 1936, pl. 15, fig. 12a).

La forme ordovicienne que B. F. Howell a décrit en 1949 de Mohawk River, N. Y., sous le nom de *Archaeolaofea tarda* Howell, est caractérisée et

illustrée d'une façon si superficielle que rien de certain ne peut être dit sur sa nature.

Tout autre est le cas des formes décrites comme Hydrozoa par A. Eisenack (1932, 1934, 1935). C'étaient des fragments chitineux non aplatis, isolés des roches calcaires à l'aide de l'acide. Leur périderme est anhiste, ce qui exclut leur appartenance aux Graptolites. Leur morphologie générale est sans doute celle caractéristique des colonies d'Hydroïdes. Eisenack a établi quatre genres: *Palaeokelyx* Eisenack, 1932, et *Palaeotuba* Eisenack, 1934 — de l'Ordovicien, *Cylindrotheca* Eisenack, 1934 — du Silurien, et *Mesokelyx* Eisenack, 1935 — du Jurassique. Les échantillons dont disposait cet auteur étaient pour la plupart très fragmentaires et peu nombreux; il en est résulté que les diagnoses génériques données par cet auteur sont le plus souvent tout à fait insuffisantes. Cela rend embarrassante la comparaison des formes décrites dans le présent mémoire avec celles établies par Eisenack.

Les genres *Palaeokelyx* et *Cylindrotheca* ont été assignés par Eisenack aux Campanulariae (Thecaphora), car ils ont des hydrothèques différenciées, *Palaeotuba* a été attribué aux Athecata étant donné l'absence d'hydrothèques. La position du genre jurassique *Mesokelyx* est restée incertaine.

CARACTÉRISTIQUES SOMMAIRES DES GALETS ERRATIQUES ORDOVICIENS DONT ON A EXTRAIT LES HYDROÏDES

L'âge de la plupart des galets, énumérés dans la liste qui suit, ne peut pas être établi à présent avec exactitude, car ces galets n'ont que rarement fourni des fossiles de valeur stratigraphique bien établie. En outre, la plus grande partie des fossiles qu'on en a extraits restent encore à étudier et à déterminer. Par conséquent, nous nous limitons à donner ici seulement une brève caractéristique lithologique de chaque galet et à signaler son contenu organique.

Comme les résidus organiques des galets dissous sont conservés, on peut espérer qu'au fur et à mesure de l'étude des organismes qu'ils renferment, l'âge de plusieurs de ces galets pourra être précisé dans l'avenir.

Dans la liste ci-dessous sont donnés: le numéro d'ordre de chaque galet, la localité où il a été recueilli, sa caractéristique lithologique et les principaux organismes dont on y a constaté la présence.

0.15. Orłowo (voïv. de Gdańsk). Calcaire gris clair, à grain grossier, en partie silicifié, à fragments de Trilobites (Asaphidae). Hystrichosphaeridae (très nombreux), Chitinozoa, Scolecodonta. *Flexihydra undulata* n. sp.

0.22. Sarbia (voïv. de Poznań). Calcaire organogène à *Vaginoceras*, riche en glauconie et quartz à grains arrondis. Tuboidea, *Dendrograptus* sp., *Dictyonema* sp., *Didymograptus rozkowskae* Kozl. *Gonotheca Forma A.*

0.25. Poznań. Calcaire à *Vaginoceras*. Dendrograptidae, *Didymograptus rozkowskae* Kozl., *Holmograptus callotheca* (Bulm.). *Rhabdohydra tridens* n. sp.

0.26. Poznań — Czerwonak. Calcaire gris, organogène, à grain grossier, à fragments de Trilobites — *Pseudoasaphus* aff. *limatus* Jaan., *Dendrograptus* sp., *Gymnograptus retioloides* (Wiman). *Epallohydra adhaerens* n. sp., *Rhabdohydra tridens* n. sp., *Gonotheca Forma D.*

0.29 Stara Warka (voïv. de Varsovie). Calcaire à grain grossier, organogène, à fragments de Trilobites (Asaphidae). Tuboidea, *Dinemagraptus warkae* Kozl., *Polychaetaspis warkae* Kozl. *Calyxhydra irregularis* n. sp., *Rhabdohydra tridens* n. sp., *Diplohydra solida* n. sp., *Diplohydra gonothecata* n. sp., *Kystodendron longicarpus* (Eisenack), *Chitinodendron bacciferum* Eisenack.

0.31. Poznań — Czerwonak. Calcaire à grain grossier, organogène, composé surtout de fragments de Brachiopodes. Concentrations bitumineuses. *Gymnograptus retioloides* (Wiman),*Glyptograptus teretiusculus* (His.). *Diplohydra gonothecata* n. sp., *Palaeotuba dichotoma* n. sp., *Chitinodendron bacciferum* Eisenack.

0.42. Zakroczym (voïv. de Varsovie). Calcaire clair, à grain grossier. Tuboidea et fragments d'autres Graptolites. *Diplohydra gonothecata* n. sp., *Phragmohydra articulata* n. sp. *Lagenohydra phragmata* n. sp., *Gonotheca Forma A, Gonotheca Forma F.*

0.44. Poznań — Czerwonak. Calcaire gris, compact, fortement pyriteux. *Xenohydra labiata* n. sp.

0.52. Ustronie Morskie (voïv. de Koszalin). Calcaire organogène composé surtout de débris de Brachiopodes. *Rhabdohydra tridens* n. sp.

0.60. Rewal (voïv. de Szczecin). Calcaire baltique à *Orthograptus gracilis* (Roemer). *Gonotheca Forma F.*

0.66. Dziwnów (voïv. de Szczecin). Calcaire baltique à *Orthograptus gracilis* (Roemer). *Rhabdohydra tridens* n. sp.

0.69. Rewal (voïv. de Szczecin). Calcaire baltique à *Orthograptus gracilis* (Roemer). *Desmohydra zigzag* n. sp.

0.92. Rewal (voïv. de Szczecin). Calcaire clair, à grain fin, organogène. Tuboidea. *Trimerohydra annulata* n. sp.

0.94. Jarosławiec (voïv. de Koszalin). Calcaire à grain fin. Hystrichosphaeridae, *Ordovicina* sp., *Mastigograptus* sp., *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg). *Rhabdohydra tridens* n. sp., *Gonotheca Forma D.*

0.105. Orłowo (voïv. de Gdańsk). Calcaire crinoïdien, à grain grossier, pyriteux. Foraminifera, Scolecodonta. *Trimerohydra glabra* n. sp.,

0.110. Orłowo (voïv. de Gdańsk). Calcaire clair, à grain fin. Tuboidea. *Phragmohydra articulata* n. sp.

0.121. Wyszogród (voïv. de Varsovie). Calcaire clair, compact, à grain moyen. *Dictyonema* sp. (nombreuse), *Mastigograptus* sp., *Corynites wyszogrodensis* Kozl. *Epallohydra adhaerens* n. sp., *Cylindrotheca subtilis* n. sp., *Gonotheca Forma A, Gonotheca Forma B, Gonotheca Forma C, Gonotheca Forma E.*

0.123. Wyszogród (voïv. de Varsovie). Calcaire compact, pyriteux. Radiolaria (pyritisés), Chitinozoa, *Climacograptus* sp. *Diplohydra gonothecata* n. sp.

0.129. Wyszogród — Zakroczym (voïv. de Varsovie). Calcaire clair, à grain fin. Spicules de Spongiaires (grands monaxones), *Dictyonema* sp. *Desmohydra flexuosa* n. sp., *Desmohydra zigzag* n. sp., *Epallohydra adhaerens* n. sp., *Diplohydra micropedunculata* n. sp.

0.153. Wyszogród — Zakroczym (voïv. de Varsovie). Calcaire clair, à grain fin, pyriteux. Scolecodonta, Tuboidea. *Gonotheca Forma A, Gonotheca Forma C.*

0.158. Wyszogród — Zakroczym (voïv. de Varsovie). Calcaire clair, compact, pyriteux. Chitinozoa, Scolecodonta. *Kystodendron longicarpus* (Eisenack), *Gonotheca Forma C.*

0.163. Wyszogród — Zakroczym (voïv. de Varsovie). Calcaire gris clair, à grain fin. Plectambonitidae, Chitinozoa. *Gonotheca Forma B.*

0.165. Wyszogród — Zakroczym (voïv. de Varsovie). Calcaire crinoïdien à Brachiopodes. Fragments de Tuboidea, Dendroidea et Graptoloidea. *Epallohydra adhaerens* n. sp.

0.166. Wyszogród — Zakroczym (voïv. de Varsovie). Calcaire gris, à grain moyen, à stylolithes. Scolecodonta, Graptoblasti. *Kystodendron longicarpus* (Eisenack), *Chitinodendron bacciferum* Eisenack.

0.167. Wyszogród — Zakroczym (voïv. de Varsovie). Calcaire gris, à grain moyen. Graptoblasti, *Rhabdohydra tridens* n. sp., *Phragmohydra articulata* n. sp., *Diplohydra longithecata* n. sp., *Epallohydra adhaerens* n. sp.

0.168. Wyszogród — Zakroczym (voïv. de Varsovie). Calcaire gris, à gros grain, à Brachiopodes silicifiés (Plectambonitidae). *Idiotubus* sp., *Climacograptus* sp. *Rhabdohydra tridens* n. sp.

0.169. Wyszogród — Zakroczym (voïv. de Varsovie). Calcaire clair, à gros grain. Tuboidea. *Kystodendron longicarpus* (Eisenack).

0.170. Wyszogród — Zakroczym (voïv. de Varsovie). Calcaire gris clair, compact. Dendroidea, Scolecodonta. *Gonotheca Forma A.*

0.173. Wyszogród — Zakroczym (voïv. de Varsovie). Calcaire identique au précédent. *Diplograptus* sp., Foraminifera, Scolecodonta. *Epallohydra adhaerens* n. sp.

0.177. Miączynek — Mochty (voïv. de Varsovie). Calcaire clair, compact, à grain moyen. Nombreux Brachiopodes silicifiés (surtout *Pholidops* sp.). Tuboidea. *Calyxhydra constricta* n. sp.

0.179. Mochty (voïv. de Varsovie). Calcaire clair, compact, organogène, à Brachiopodes silicifiés. *Leiosphaera* (abondante), Chitinozoa, *Dictyonema* sp., *Climacograptus* sp. *Calyxhydra gemellithecata* n. sp., *Epallohydra adhaerens* n. sp., *Palaeotuba dichotomica* n. sp.

0.181. Mochty (voïv. de Varsovie). Calcaire gris clair, à gros grain, compact. *Mastigograptus* sp. (abondant), *Gymnograptus* sp. (cf. *Lasiograptus retusus* Lapw.). *Rhabdohydra tridens* n. sp.

0.182. Mochty (voïv. de Varsovie). Calcaire gris, organogène, à gros grain. *Glaeocapsomorpha*, Foraminifera, Chitinozoa, Scolecodonta, *Climacograptus* sp. *Epallohydra adhaerens* n. sp., *Palaeotuba polycephala* Eisenack, *Rhabdohydra tridens* n. sp., *Diplohydra solida* n. sp., *Kystodendron longicarpus* (Eisenack), *Cylindrotheca subtilis* n. sp., *Gonotheca Forma E.*

0.183. Mochty (voïv. de Varsovie). Calcaire compact, à cristaux de calcite. Foraminifera, Scolecodonta, Tuboidea. *Trimerohydra glabra* n. sp.

0.184. Mochty (voïv. de Varsovie). Calcaire gris clair, à grain moyen. *Mastigograptus* sp., *Acanthograptus* sp. *Kystodendron longicarpus* (Eisenack), *Chitinodendron bacciferum* Eisenack, *Gonotheca Forma E.*

0.185. Mochty (voïv. de Varsovie). Calcaire gris clair, compact, pyriteux, à détritus brachiopodique. Scolecodonta (abondants), *Mastigograptus* sp., *Dendrotubus* sp., *Dictyonema* sp. *Trimerohydra glabra* n. sp.

0.186. Mochty (voïv. de Varsovie). Calcaire gris foncé, marneux, à abondant détritus chitineux, *Leiosphaera*, Chitinozoa, Scolecodonta. *Rhabdohydra tridens* n. sp., *Trimerohydra glabra* n. sp.

0.240. Zakroczym (voïv. de Varsovie). Calcaire gris clair, à gros grain, silicifié. Brachiopodes (Clitambonitidae), Foraminifera, Scolecodonta, *Climacograptus* sp. *Desmohydra flexuosa* n. sp.

0.242. Zakroczym (voïv. de Varsovie). Calcaire clair, compact, organogène. Spicules de Spongiaires (grands monaxones), *Dictyonema* sp., *Climacograptus* sp., *Idiotubus* sp. *Palaeotuba polycephala* Eisenack.

0.262. Mochty (voïv. de Varsovie). Calcaire clair à grain moyen. Foraminifera, *Climacograptus* sp. *Kystodendron longicarpus* (Eisenack).

0.273. Mochty (voïv. de Varsovie). Calcaire clair, à grain moyen, pyriteux. *Diplograptus* sp. *Kystodendron longicarpus* (Eisenack).

0.276. Mochty (voïv. de Varsovie). Calcaire gris foncé, à Brachiopodes silicifiés. *Leiosphaera*, Chitinozoa, *Mastigograptus* sp. *Chitinodendron bacciferum* Eisenack.

0.284. Zakroczym (voïv. de Varsovie). Calcaire clair, compact, à Brachiopodes silicifiés. *Leiosphaera*, *Idiotubus* sp. *Desmohydra flexuosa* n. sp.

PARTIE SYSTÉMATIQUE

Genre *Trimerohydra* n. gen.

Diagnose. — Hydrosome produisant à chaque noeud deux rameaux et, entre eux, une thèque à long pédoncule. Chaque rameau est terminé par deux articles basilaires auxquels sont attachés les deux rameaux suivants. Articles basilaires pourvus en bas et en haut d'un diaphragme horizontal, percé d'un pore arrondi au centre. Thèque délimitée du pédoncule par un diaphragme semblable. Pédoncule communiquant librement à sa base avec le canal du rameau.

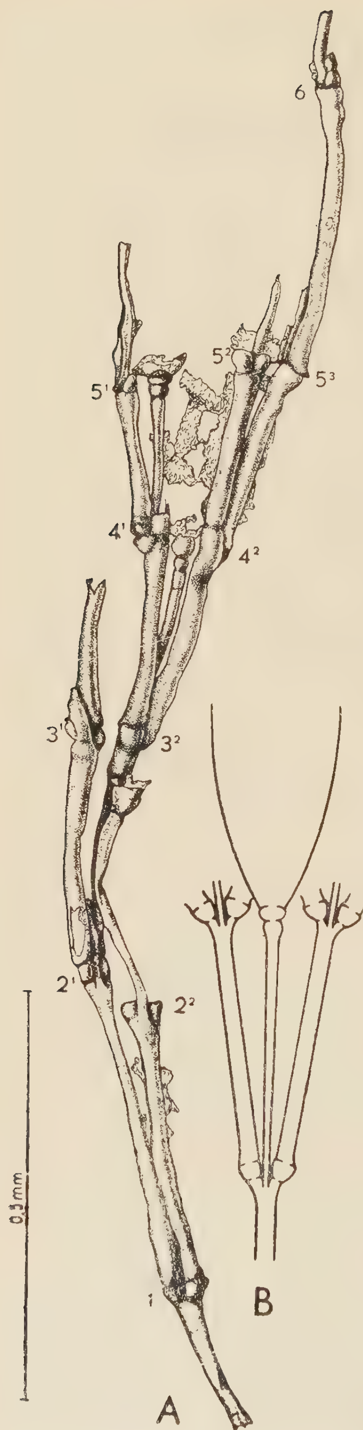
Remarques. — A ce genre sont attribuées deux espèces: *Trimerohydra glabra* n. sp. et *T. annulata* n. sp., la première choisie comme génotype.

Par ses thèques coniques et pédonculées et par la présence d'un diaphragme à la base de la thèque, *Trimerohydra* n. gen. se rapproche des Thecaphora récents, en particulier de ceux qu'on réunit dans la famille des Campanulariidae. Mais la structure de ses diaphragmes est très différente, d'autant plus que chez les Campanulariidae et les Thecaphora récents, en général, il n'y a jamais de diaphragmes à la base des rameaux.

Trimerohydra glabra n. sp.

(fig. 1)

Matériaux. — Quatre échantillons dont trois très fragmentaires. L'holotype (fig. 1) consiste en une partie d'hydrosome d'environ 1750 μ de longueur, conservant 11 divisions dichotomiques. Rameaux non aplatis, thèques très fragmentaires, sous forme de minces membranes déchiquetées et froncées. — Galets 0.105, 0.183, 0.185 et 0.186.



Description de l'holotype. — L'hydrosome est ramifié dichotomiquement à des intervalles réguliers de 350 à 400 μ. Les rameaux divergent à angles aigus. Au point de divergence de la paire des rameaux est placée une thèque sur un long pédoncule. A la base de chaque rameau se trouve un article tonnelliforme, un peu plus large en haut qu'en bas, délimité à la surface par de faibles sillons. Aux sillons correspondent à l'intérieur deux diaphragmes: l'un inférieur, l'autre supérieur. Ils consistent en minces lamelles horizontales, percée chacune au centre d'un pore d'environ. 7 μ de diamètre. Le diamètre du rameau atteint 20 μ à sa base et jusqu'à 45 μ vers son extrémité. A cette extrémité élargie sont attachés deux articles basilaires de deux rameaux suivants et, entre eux, le pédoncule de la thèque. Les deux rameaux ont la même longueur ou sont plus ou moins inégaux.

Les thèques sont pourvues de pédoncules qui ont à peu près la même longueur que les rameaux, mais la moitié d'épaisseur. Le canal du pédoncule communique librement en bas avec le canal du rameau, sans aucun diaphragme ni constriction. A son extrémité distale le pédoncule est marqué de l'un ou de deux rétrécissements qui délimitent un anneau plus ou moins nettement exprimé. Le rétrécissement supérieur marque la limite entre le pédoncule proprement dit et l'article basilaire de la thèque. Cet article, tout comme l'article basilaire du rameau, est délimité en haut et en bas par des diaphragmes.

Les thèques, autant qu'on peut inférer d'après leur état fragmentaire, étaient coniques, à peu près de la même longueur que leur pédoncule, constituées d'une membrane très mince ayant invariablement subi un froncement et une fragmentation.

Fig. 1. — *Trimerohydra glabra* n. sp. *A* holotype; *B* reconstitution partielle.

Remarques sur d'autres fragments. — En plus de l'holotype décrit plus haut, trois fragments ont été trouvés appartenant à la même espèce, qui méritent une mention spéciale.

L'interprétation de ces fragments, très déchiquetés, de 500 à 800 μ de longueur, était au prime abord très embarrassante. Ce n'est qu'après leur décoloration très poussée qu'on a pu arriver à les comprendre. La difficulté résidait dans le fait que la masse principale de chacun des échantillons en question consiste en gros tubes enchevêtrés, dont le périderme a la structure fusellaire typique des Graptolites. D'autre part, au milieu de ces tubes graptolitiques on peut distinguer des rameaux typiques de *Trimerohydra glabra.* En étudiant ces échantillons d'une manière poussée, on a pu établir que le Graptolite appartenait à une forme encroûtante. Sur un échantillon une face du rhabdosome est aplatie et lisse, et correspondait sans doute à une surface de fixation. Les rameaux de l'Hydroïde sont encroûtés par le Graptolite d'une manière irrégulière et sont, pour la plupart, cachés entre les thèques de ce dernier.

La question se pose, si dans cette association il s'agissait d'une symbiose de deux organismes, ou si l'hydrosome de l'Hydroïde a servi seulement de support inerte à la colonie graptolitique? Nos matériaux trop limités ne permettent pas d'y répondre. Mais il ne sera pas sans intérêt de signaler que des colonies de *Rhabdopleura normani* de la Mer de Norvège sont très souvent associées à des Hydroïdes et les tubes de deux organismes sont si intimement entrelacés qu'il est presque impossible de les séparer. D'autre part, *Atubaria heterolopha,* Céphalodiscidé de la Mer du Japon, a été trouvée sur des colonies d'Hydroïdes. Il n'est donc pas exclu que chez certains Graptolites il y avait, comme chez certains Ptérobranches récents, une prédilection à s'établir sur les colonies d'Hydroïdes.

Trimerohydra annulata n. sp.

(fig. 2)

Matériaux. — Fragment d'hydrosome d'environ 585 μ de longueur et une thèque isolée. Hydrosome conservant trois noeuds, chacun à un seul rameau conservé, le second rameau étant détaché. Des hydrothèques n'ont subsisté que les pédoncules et des fragments froncés de leurs bases. — Galet 0.92.

Description. — La structure de l'hydrosome est essentiellement la même que celle de *Trimerohydra glabra* n. sp. Les différences sont les suivantes:

1) les entre-noeuds sont ici sensiblement plus courts, n'atteignant que 210—230 μ;

2) les rameaux, au lieu d'être lisses, sont annelés. Sur chaque rameau il y a 9 anneaux, dont le premier et le dernier sont de longueur double;

3) les pédoncules des thèques sont élargis en entonnoir à leur extrémité distale, lisses, sans article terminal et, par conséquent, sans diaphragme inférieur.

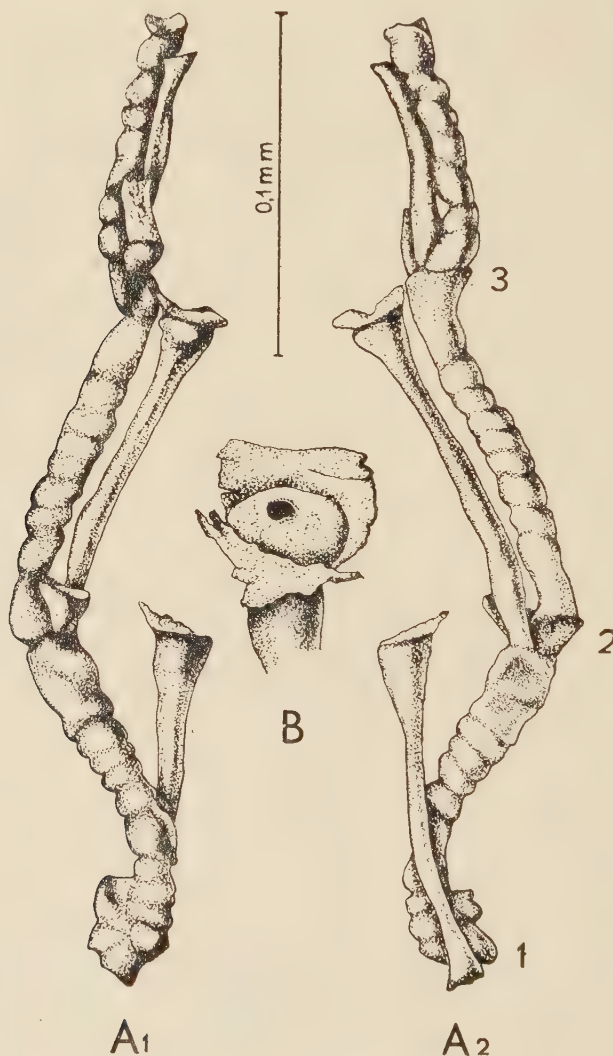


Fig. 2. — *Trimerohydra annulata* n. sp. A_1 et A_2 holotype vu de deux côtés; *B* partie basilaire d'une thèque montrant le diaphragme.

La présence d'annelures sur les rameaux peut être considérée comme un caractère de valeur spécifique. Mais le fait que dans cette espèce l'article basilaire de la thèque fait défaut et qu'il n'y a qu'un seul diaphrag-

me — celui qui sépare le pédoncule de la thèque, pourrait être considéré comme une différence de valeur générique. Mais en présence des matériaux trop limités, il est préférable de maintenir cette espèce dans le même genre que celle précédemment décrite.

Genre *Calyxhydra* n. gen.

Diagnose. — Hydrosome ramifié dichotomiquement d'une façon plus ou moins régulière. Rameaux terminés soit par deux thèques égales, soit par une seule thèque. Thèques coniques, pédonculées, sans diaphragmes.

Génotype: *Calyxhydra gemellithecata* n. sp.

Calyxhydra gemellithecata n. sp.

(fig. 3 et 4)

Matériaux. — Une vingtaine de fragments d'hydrosome, extraits tous d'un seul galet (0.179) et appartenant peut-être au même hydrosome. Spécimens bien conservés, non aplatis, à thèques plus ou moins conservées.

Description de l'holotype (fig. 3). — Le fragment d'hydrosome consiste en un rameau principal avec un rameau latéral, infléchis dans différents



Fig. 3. — *Calyxhydra gemellithecata* n. sp. A_1 holotype; A_2 reconstitution schématisée.

plans. Le rameau principal conserve 7 noeuds qui correspondent à autant de rameaux secondaires. L'épaisseur moyenne du rameau principal est de 25 μ et la longueur moyenne des entre-noeuds — de 260 μ. Les rameaux secondaires communiquent librement avec le rameau principal. A une distance de 120-160 μ les rameaux secondaires se bifurquent en une paire de pédoncules thécaux, à peu près de la même épaisseur que le rameau. Les pédoncules peuvent être d'égale longueur ou de longueur différente. Les thèques qu'ils portent sont de même forme et grandeur, coniques, à passage graduel du pédoncule à la thèque. Au noeud 3 est attachée une

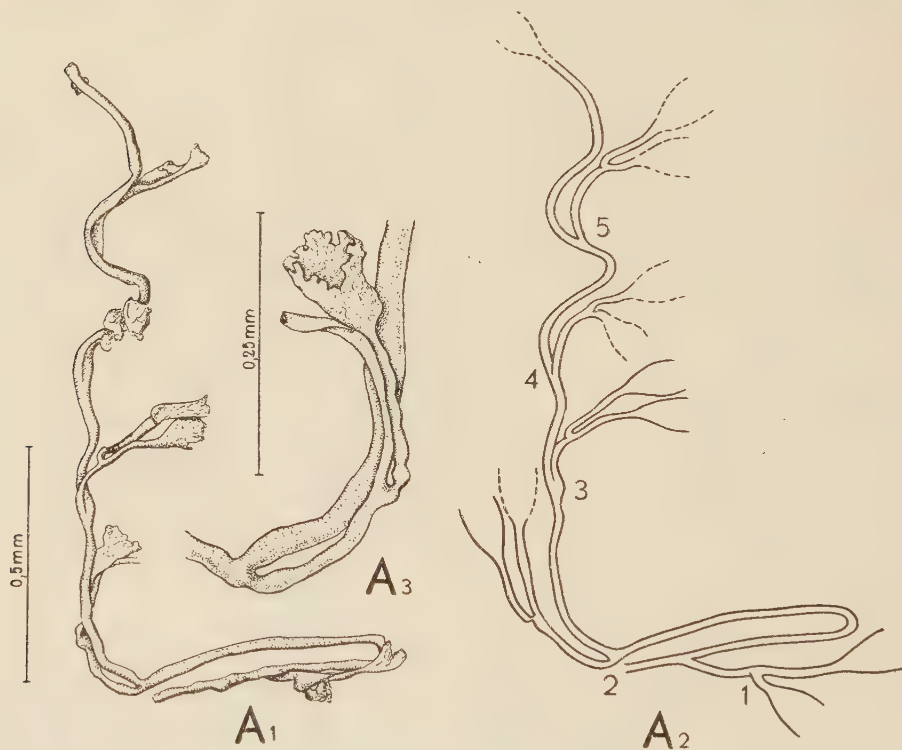


Fig. 4. — *Calyxhydra gemellithecata* n. sp. A_1 paratype; A_2 reconstitution schematisée; A_3 thèques du noeud 2, vues du côté opposé.

branche latérale avec cinq pédoncules, mais à thèques détachées. Au noeud 5 s'attache non une paire de thèques, mais une seule, à pédoncule moitié aussi long que les pédoncules des thèques doubles.

Paratypes (fig. 4). — Les autres fragments ne s'écartent pas essentiellement de l'holotype. Parfois un rameau secondaire ne porte qu'une seule thèque, d'autres fois une thèque de la paire n'a qu'un pédoncule très réduit. La longueur des entre-noeuds est variable. Sur un spécimen qui conserve

8 entre-noeuds, les rameaux secondaires s'attachent alternativement d'un côté et de l'autre du rameau principal. Il est possible que ce soit la règle générale, mais le plus souvent il est difficile de l'établir avec certitude à cause de la torsion secondaire qu'ont subi en général les rameaux.

Calyxhydra constricta n. sp.

(fig. 5)

Matériaux. — Un seul échantillon d'hydrosome fragmentaire et aplati. — Galet 0.177.

Description. — L'hydrosome est ramifié dichotomiquement. Les rameaux et les pédoncules des thèques ont à peu près la même épaisseur,

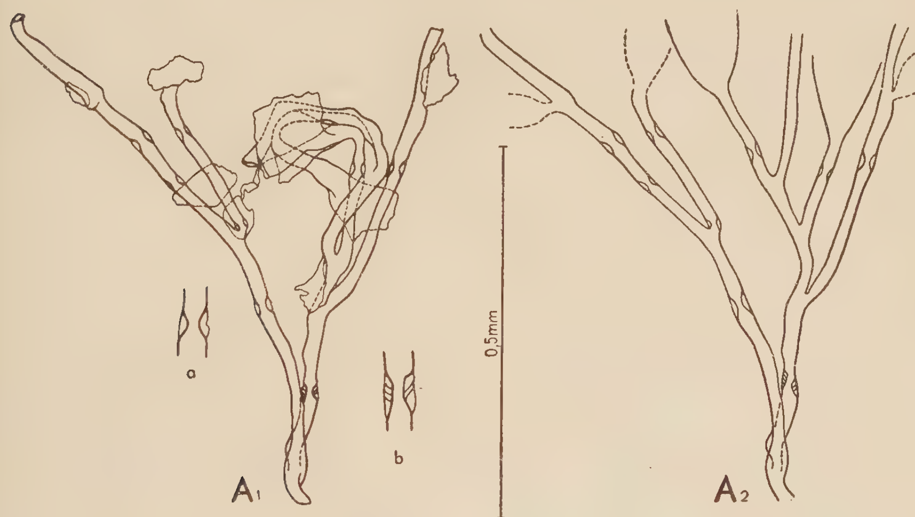


Fig. 5. — *Calyxhydra constricta* n. sp. A_1 holotype vu en lumière transmise; A_2 reconstitution schématisée; *a* et *b* deux constrictions dont une cloisonnée.

comprise entre 15 et 20 μ. La bifurcation produit soit deux rameaux, soit un rameau et une thèque. Les rameaux divergent à des angles aigus. Les pédoncules thécaux ont des longueurs très variables: de cinq pédoncules conservés l'un atteint 200 μ, tandis que deux thèques sont sans pédoncules, sessiles. Les thèques, toujours mal conservées, semblent avoir été coniques.

Un des caractères distinctifs de cette espèce réside dans la présence — dans les rameaux et dans les pédoncules — des constrictions à structure assez spéciale. Aux points où se trouvent ces constrictions, la lumière du canal se réduit de moitié. La constriction ne se manifeste pas à l'extérieur, car la partie rétrécie est entourée du côté externe d'une mince membrane qui lui forme une sorte de manchon. Dans un de ces rétrécissements

(fig. 5*b*) il y a 2-3 cloisons obliques, dans d'autres il n'y en a pas. Les constrictions sont distribuées le long des rameaux et les pédoncules à des intervalles irréguliers.

Remarques. — Cette espèce se rapproche par ses thèques pédonculées de *Calyxhydra irregularis* n. sp., dont elle se distingue par des rameaux plus grêles et par la présence de constrictions.

Calyxhydra irregularis n. sp.

(fig. 6)

Matériaux. — Deux hydrosomes fragmentaires à thèques en partie conservées, mais fortement froncées. — Galet 0.29.

Description de l'holotype (fig. 6 *A*). — Le fragment d'hydrosome, d'environ 1700 μ de longueur, est composé de rameaux ramifiés dichotomiquement à des angles aigus. L'épaisseur des rameaux oscille entre 25 et



Fig. 6. — *Calyxhydra irregularis* n. sp. A_1 holotype; A_2 reconstitution schématisée; *B* paratype.

50 μ. Les thèques sont pédonculées, à pédoncules de longueur variant entre 75 et 150 μ, formant des angles aigus avec les rameaux. Ils passent graduellement aux thèques qui sont coniques.

Paratype (fig. 6 *B*). — Il correspond probablement à la partie terminale de l'hydrosome, étant caractérisé par une forte condensation d'hydrothèques, car sur un espace de 140 μ prennent origine 4 pédoncules thécaux, dont 3 conservent les thèques.

Remarques. — Cette espèce se distingue de *Calyxhydra gemellithecata* n. sp. par les rameaux plus épais et par la distribution irrégulière des thèques.

Genre *Flexihydra* n. gen.

Diagnose. — Hydrosome à thèques flexueuses, groupées le plus souvent par deux ou trois, plus rarement séparées. La connexion entre les thèques et les rameaux, ainsi qu'entre les rameaux, se fait par l'intermédiaire de très courts pédoncules.

Génotype et unique espèce connue: *Flexihydra undulata* n. sp.

Flexihydra undulata n. sp.
(fig. 7)

Matériaux. — Trois fragments extraits d'un même galet (0.15). Deux spécimens (cotypes) correspondent peut-être à un même hydrosome; l'appartenance du troisième à cette espèce n'est pas certaine.

Description des cotypes (fig. 7 *A, B*). — Sur des rameaux d'un diamètre moyen de 350 μ sont attachées des thèques deux à trois fois plus épaisses, cylindriques, s'élargissant à peine de la base à l'extrémité, plus ou moins flexueuses. Elles sont groupées par deux ou trois, plus rarement elles sont attachées séparément. Les thèques sont pourvues de pédoncules très courts, à peine distincts, sensiblement plus minces que les thèques mêmes, à parois très épaissies. S'il y a un groupe de trois thèques, la seconde s'attache à la première près de sa base, et la troisième — près de l'extrémité proximale de la seconde. Les parties distales des thèques ont des parois très minces, toujours secondairement froncées. Les parois des rameaux sont plus épaisses que celles des thèques, mais parfois il n'est pas facile de les distinguer les uns des autres, car les rameaux latéraux ont, comme les thèques, de courts pédoncules à leur base.

Le troisième échantillon (fig. 7 *C*), dont l'appartenance à cette espèce n'est pas certaine, consiste en un rameau flexueux d'environ 1200 μ de longueur. Ses thèques sont aussi flexueuses, environ deux fois plus épaisses que les rameaux, et pourvues également de courts pédoncules.

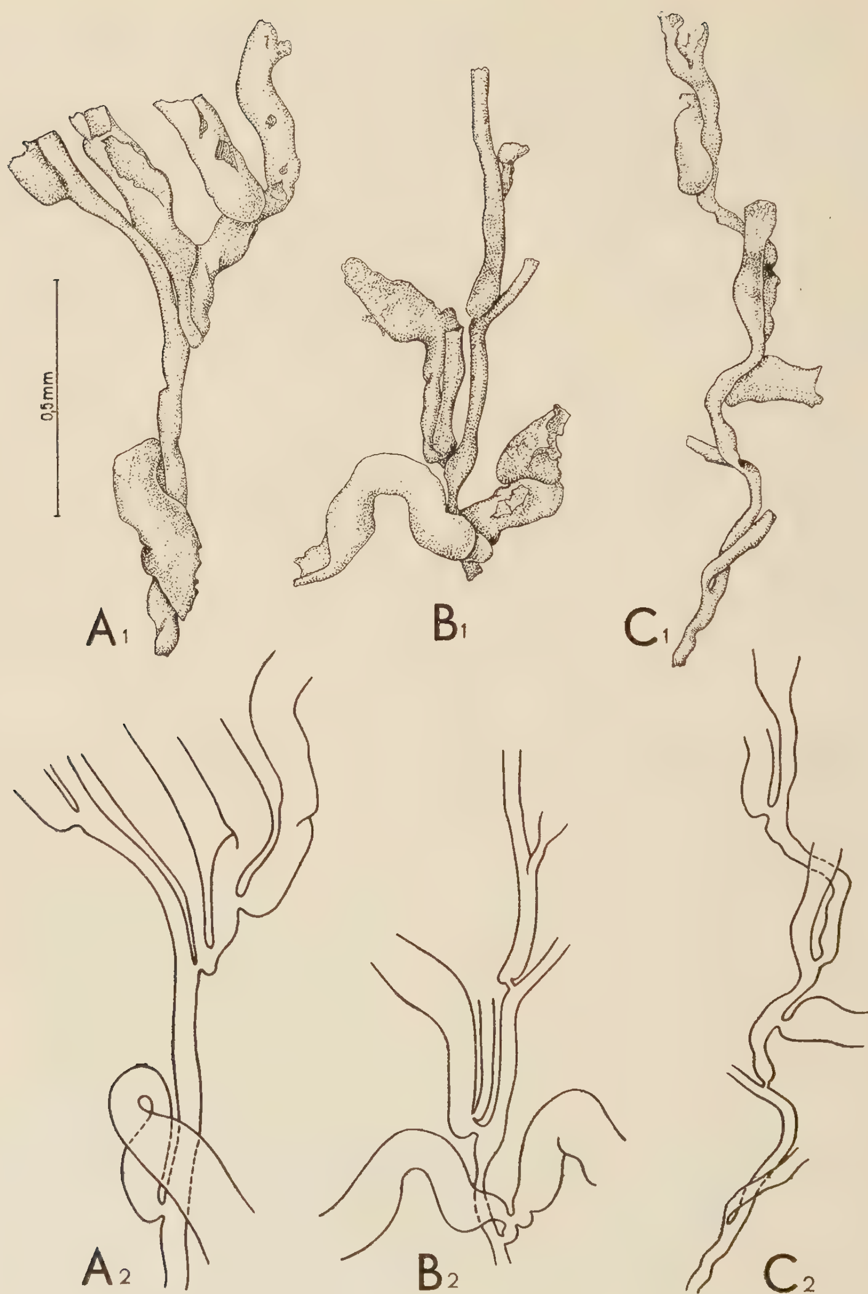


Fig. 7. — *Flexihydra undulata* n. sp. A_1 et B_1 cotypes; C_1 autre échantillon; A_2, B_2 et C_2 reconstitutions schématisées.

Mais toutes les thèques s'attachent séparément au rameau. Il est possible qu'il s'agisse là d'un rameau terminal de l'hydrosome.

Genre *Desmohydra* n. gen.

Diagnose. — Hydrosome composé de rameaux plus ou moins flexueux, en moyenne aussi épais que les thèques, étendus à peu près dans un plan. Thèques tubuleuses, longues, à diamètre assez constant sur toute leur étendue, attachées au rameau en général d'un seul côté, au moyen d'un très court pédoncule, ou directement par une extrémite rétrécie. Chaque thèque composée d'une partie proximale, soudée par sa paroi au rameau, et d'une partie distale libre.

Génotype: *Desmohydra flexuosa* n. sp.

Desmohydra flexuosa n. sp.
(fig. 8)

Matériaux. — Un rameau bifurqué et quelques fragments de rameaux non bifurqués. — Galets 0.240 et 0.284. Holotype — fig. 9 *A*.

Description. — Les rameaux sont plus ou moins flexueux, rétrécis aux points où sont attachées les thèques. Les thèques sont tubuleuses, longues, flexueuses, à parties libres plus longues que les parties soudées au rameau et orientées souvent à angle droit par rapport aux premières. Les entre-noeuds ont des longueurs variables. Le diamètre des thèques reste à peu près constant, en moyenne de 80 μ. Chaque thèque est attachée au noeud par un minuscule pédoncule, souvent à peine distinct, d'environ 10 μ de diamètre.

Dans l'holotype (fig. 8*A*), qui consiste en un rameau bifurqué, le rameau latéral, orienté à angle droit par rapport au rameau principal, est attaché à ce dernier par un pédoncule semblable au pédoncule thécal. Sur un échantillon conservant trois thèques (fig. 8 *C*), la thèque 1 est différente de deux thèques suivantes, étant composée d'une sorte de pédoncule long et mince et d'une vésicule ellipsoïdale close. Cette thèque correspond peut-être à une gonothèque.

Desmohydra zigzag n. sp.
(fig. 9)

Matériaux. — Un seul spécimen bien conservé, qui semble correspondre à la partie initiale de l'hydrosome. — Galet 0.129.

Description. — Fragment de 1180 μ de longueur, composé de segments disposés approximativement à angle droit l'un à l'autre et comprenant

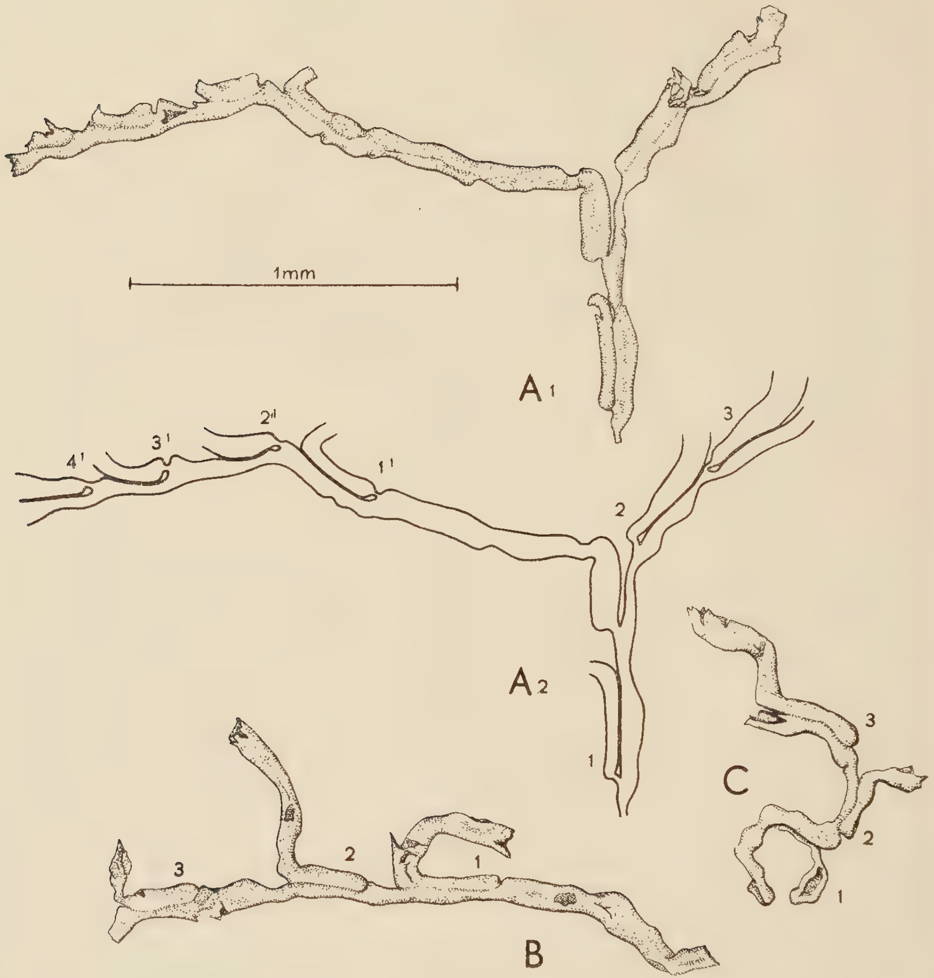


Fig. 8. — *Desmohydra flexuosa* n. sp. A_1 holotype; A_2 reconstitution schématisée; *B* et *C* paratypes; explications détaillées — dans le texte.

des tubes de deux calibres (*a* et *b*). Ces tubes se multiplient par divisions dichotomiques. L'hydrosome commence par une vésicule ellipsoïdale (x) de 240µ de longueur et de 80µ de largeur maximum. A partir d'une extrémité de cette vésicule part un mince stolon (s) sigmoïde, donnant origine à deux tubes: l'un (a_1) mince et l'autre (b_1) épais. Le premier, d'environ 520 µ de longueur, est d'un diamètre uniforme de 20 µ. A une distance de 400 µ à partir de son extrémité proximale, ce tube se divise en un tube mince (a_2^1) et un autre (b_2^1) environ trois fois plus épais. Seulement les parties proximales de ces tubes sont conservées. Le tube b_1, attaché au stolon par un court pédoncule, est assez étroit à son commencement et s'élargit ensuite

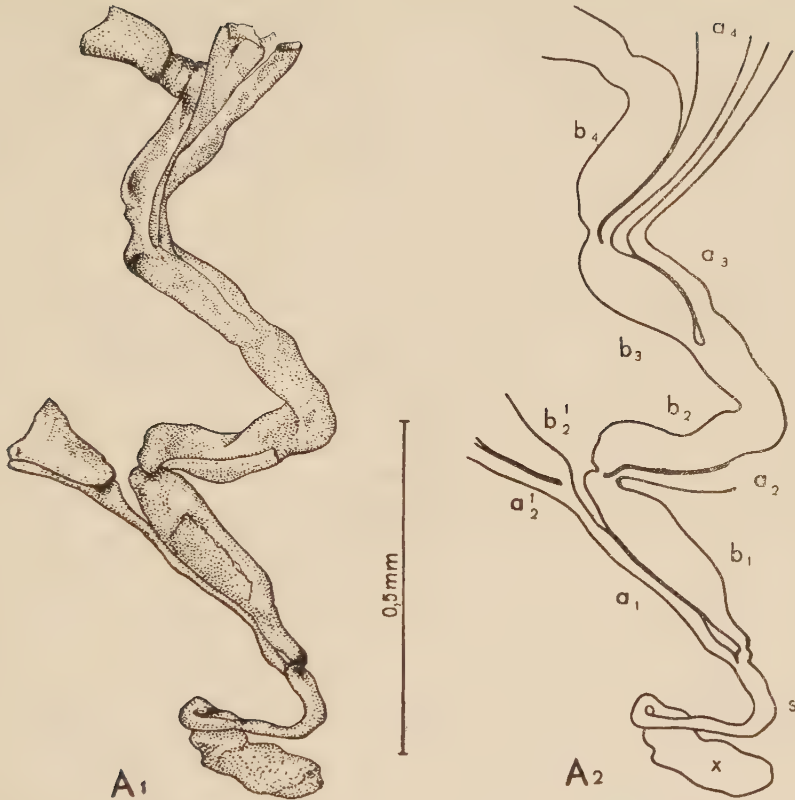


Fig. 9. — *Desmohydra zigzag* n. sp. A_1 holotype; A_2 reconstitution schématisée; explications détaillées — dans le texte.

sensiblement. Il est soudé sur la plus grande partie de son étendue au tube a_1, seulement ses parties proximale et distale sont libres. De l'extrémité distale du tube b_1 se détachent, à son tour, deux tubes: l'un mince (a_2) et l'autre deux fois plus épais (b_2), soudés entre eux par leurs parois. Du tube a_2 n'est conservée que la partie proximale d'environ 170 μ de longueur. Le tube b_2 est courbé à angle droit et se divise en deux tubes, dont un épais (b_3) formant sa continuation directe, et l'autre (a_3) mince, correspondant à un rameau latéral. Ce dernier, soudé d'abord au tube b_3, se recourbe ensuite à angle droit devenant libre. Enfin, à l'extrémité du tube b_3 se détachent de nouveau deux tubes (a_4 et b_4) de différents calibres, dont les extrémités sont cassées.

Remarques. — Les tubes épais (*b*) de cet échantillon, séparés l'un de l'autre par un étranglement, semblent correspondre aux segments du rameau, tandis que les tubes minces (*a*) doivent représenter les thèques.

L'appartenance de cette espèce au genre *Desmohydra* n'est pas cer-

taine. Il se rapproche de *Desmohydra flexuosa* n. sp. surtout par le fait que ses thèques sont soudées sur une grande étendue aux segments du rameau. Mais il s'en distingue par la division du rameau en segments beaucoup plus individualisés. Ses thèques communiquent plus largement avec le rameau, car elles sont dépourvues de pédoncules individualisés.

La vésicule x pourrait être interpétée comme l'enveloppe de l'oozoïde.

Genre *Epallohydra* n. gen.

Diagnose. — Hydrosome rampant, comprenant des thèques subcylindriques, flexueuses, de même calibre que le rameau, sans pédoncule, soudées au rameau par leurs parties proximales et communiquant largement sans aucune constriction avec le canal du rameau.

Génotype et unique espèce: *Epallohydra adhaerens* n. sp.

Epallohydra adhaerens n. sp.

(fig. 10)

Matériaux. — Nombreux fragments, en général mal conservés. — Galets: 0.26, 0.121, 0.129, 0.165, 0.167, 0.173, 0.179.

Description de l'holotype. — Le rameau et les thèques ont une face aplatie et l'autre convexe, l'hydrosome ayant été adhérent, selon toute probabilité, au substratum. Les thèques se trouvent d'un seul côté du rameau. Leur partie proximale est soudée au rameau et la distale reste libre, formant un angle variable avec la première. L'épaisseur des thèques est à peu près la même que celle du rameau et elles ne sont pas nettement délimitées de celui-ci. Leurs extrémités libres, légèrement élargies, toujours déchiquetées, ont des parois très amincies.

Remarques. — Quoique la plupart des fragments ont une face aplatie et s'étendent dans un plan, certains ont les deux faces convexes et sont courbés dans différents plans. Sur certains exemplaires les thèques se trouvent de deux côtés du rameau. En cas d'une bifurcation du rameau (fig. 10 *B*), les deux branches restent soudées par leurs parties proximales.

Il est possible que c'est à cette espèce qu'appartenait un fragment mentionné par Eisenack (1934, p. 56, pl. 4, fig. 7).

Genre *Cylindrotheca* Eisenack, 1934

A. Eisenack (1934, p. 66) a donné de ce genre la définition suivante: „Petites colonies d'Hydrozoa à hydrocaule chitineux mince, simplement bifurqué, passant en une longue thèque cylindrique''. Espèce typique et

la seule décrite par cet auteur — *Cylindrotheca profunda* — provenait du Silurien (E_2) de Kozel en Bohême. Eisenack disposait de trois fragments, chacun composé d'un court rameau avec une thèque.

Prenant en considération l'espèce ordovicienne décrite plus bas et que l'on peut ranger dans le même genre, la diagnose du genre pourrait être élargie de la manière suivante:

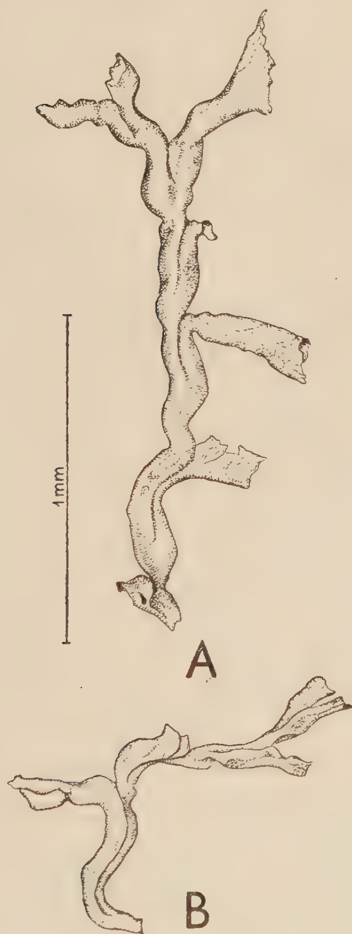


Fig. 10. — *Epallohydra adhaerens* n. sp. *A* holotype; *B* rameau bifurqué.



Fig. 11. — *Cylindrotheca subtilis* n. sp. *A* et *B* cotypes; *C* paratype.

Hydrosome à rameaux minces, cylindriques, à thèques d'une seule catégorie, attachées à des intervalles réguliers par l'intermédiaire de longs pédoncules. Pédoncules plus minces que le rameau, communiquant librement avec la thèque et avec le canal du rameau.

Cylindrotheca subtilis n. sp.

(fig. 11)

Matériaux. — Trois rameaux fragmentaires, dont deux (*A* et *B* de la fig. 11) extraits d'un même galet (0.121), appartenant peut-être au même hydrosome, sont choisis comme cotypes. Le troisième (*C*), provenant d'un autre galet (0.182), est presque deux fois plus mince et pourrait correspondre à la partie distale de l'hydrosome.

Description des cotypes (fig. 11, *A* et *B*). Le rameau de l'échantillon *A*, de 1080 μ de longueur et de 15—30 μ d'épaisseur, conserve une seule thèque, et le rameau *B*, de 1400 μ de longueur et de 25—35 μ d'épaisseur, garde une thèque et le pédoncule d'une autre. La thèque du rameau *A* est pourvue d'un pédoncule, long de 260 μ, un peu plus mince que le rameau, s'élargissant sensiblement et graduellement vers la base de la thèque. La thèque est subcylindrique, à partie distale courbée presque à angle droit par rapport à la partie proximale. Ses parois s'amincissent progressivement vers son extrémité qui est cassée. La thèque du rameau *B* est pourvue d'un pédoncule d'environ 260 μ, plus nettement délimité de la thèque que dans le rameau *A*. De la thèque n'est conservée que la partie proximale. Le pédoncule correspondant à la seconde thèque s'attache à 750 μ du point d'attache du pédoncule précédent.

Paratype (fig. 11 *C*). — Il représente un rameau de 2220 μ de longueur, très grêle, à extrémité bifurquée, comprenant 4 thèques. Les longueurs des entre-noeuds sont: 1-2 560 μ, 2-3 480 μ, 3-4 600 μ. Une nodosité entre les thèques 3 et 4 pourrait correspondre à un rameau latéral détaché. Les pédoncules sont orientés à peu près parallèlement au rameau. Les thèques, à parois très minces, ne sont que partiellement conservées et avaient probablement la même forme que les thèques des cotypes.

Genre *Palaeotuba* Eisenack, 1934

La diagnose laconique de ce genre donnée par Eisenack est la suivante: „Petites colonies ramifiées des Tubulariidae consistant en périderme chitineux anhiste" (1934, p. 54). L' auteur a attribué à ce genre deux espèces: *Palaeotuba polycephala* Eisenack et *P. dendroidea* Eisenack, dont la première, désignée comme génotype, provenait de l'étage de Kukruse (c_2—c_3) de l'Estonie, et la seconde d'un galet erratique à *Orthoceras regulare*. Il est peu probable que *P. dendroidea*, à hydrothèques beaucoup plus épaisses et autrement disposées, puisse appartenir au même genre que le génotype. Du reste, elle était représentée par des échantillons trop fragmentaires pour être identifiable.

Eisenack a assigné *Palaeotuba* aux Tubulariidae (Athecata), se fondant probablement sur l'absence des hydrothèques différenciées.

En se basant sur la morphologie du génotype, la diagnose du genre pourrait être la suivante:

Rameaux de l'hydrosome réguliers, rigides, d'épaisseur assez uniforme. Thèques tuboïdes, minces et longues, disposées à angles aigus par rapport au rameau, tantôt isolées, tantôt assemblées en groupes au même niveau du rameau.

Palaeotuba polycephala Eisenack

(fig. 12)

1934. *Palaeotuba polycephala* Eisenack; A. Eisenack, Neue Mikrofossilien..., p. 54, pl. 4, fig. 5 et fig. du texte 3 a-b.

Matériaux. — Deux rameaux, dont un (*A*) d'environ 1900 μ et l'autre (*B*) de 2350 μ de longueur. — Galets 0.182 et 0.242.

Description. — Le rameau *A* (fig. 12) est droit dans sa partie proximale et s'infléchit distalement, devenant légèrement flexueux. Dans la partie proximale droite l'épaisseur du rameau est uniforme, d'environ 45 μ, tandis que dans la partie distale l'épaisseur est variable. A la distance de 800 μ de l'extrémité inférieure 5 thèques sont attachées au rameau, dont quatre d'un même côté et à peu près au même niveau, tandis que la cinquième est attachée à 115 μ plus haut et de l'autre côté. Les thèques sont tubuleuses, à peu près d'égale épaisseur (20-25 μ) dans toute leur extension. A une distance de 600 μ plus haut du noeud inférieur se trouve un groupe de quatre thèques, dont trois à peu près au même niveau et la quatrième un peu plus haut. Toutes les thèques sont orientées presque parallèlement au rameau, ne s'infléchissant que légèrement. Elles communiquent librement avec le canal du rameau. Le périderme des thèques est sensiblement plus mince que celui du rameau et il s'amincit progressivement vers leur extrémité où les thèques sont transparentes sans être soumises à la dé-

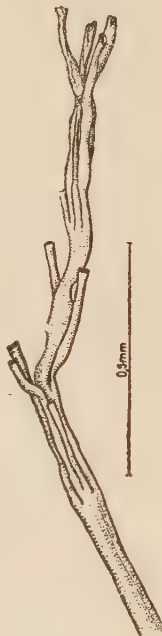


Fig. 12. — *Palaeotuba polycephala* Eisenack; fragment d'un rameau à 9 thèques.

coloration. On n'observe aucune tendance à l'élargissement des thèques dans le sens distal. La partie terminale du rameau, dont seulement un tronçon est conservé, a également des parois très minces.

Le second spécimen (*B*) à 7 noeuds conservés, tout en ayant les mêmes caractères que l'échantillon *A*, est plus flexueux et s'en distingue par la répartition des thèques qui sont attachées isolément le long du rameau. Sur le noeud 3 il y a une paire de thèques, dont une attachée normalement au rameau et la seconde attachée à la première, à une distance de 55 μ de sa base.

Remarques. — Nos échantillons correspondent exactement à l'espèce décrite par Eisenack. L'exemplaire dont disposait cet auteur avait, outre deux groupes de thèques, encore trois thèques attachées isolément, dans la partie inférieure du rameau, à différents niveaux. Cet échantillon provenait, selon Eisenack, d'un calcaire recueilli in situ en Estonie dans l'horizon de Kukruse (C_{II}).

Palaeotuba dichotoma n. sp.

(fig. 13)

Matériaux. — Quelques fragments extraits d'un seul galet (0.31).

Description de l'holotype (fig. 13). — L'hydrosome est ramifié dichotomiquement d'une façon régulière, de manière que les rameaux divergent

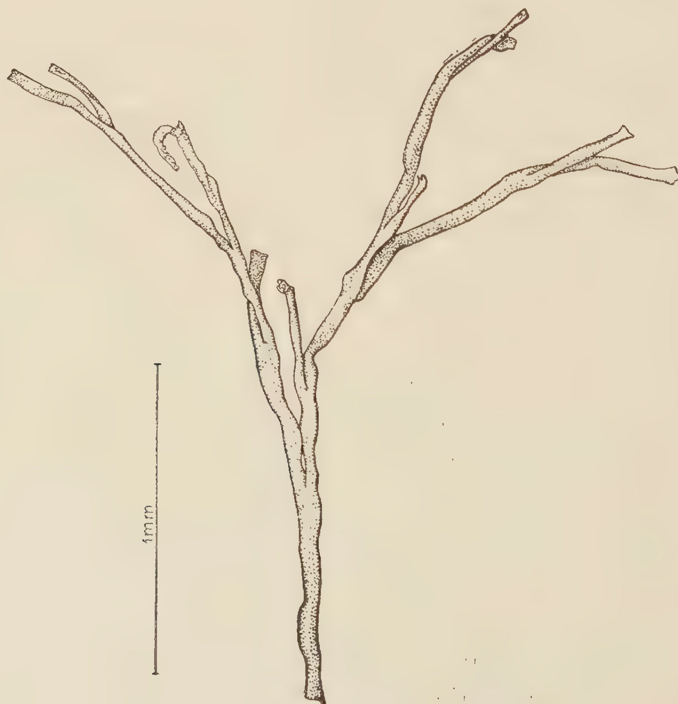


Fig. 13. — *Palaeotuba dichotoma* n. sp., holotype.

à des angles aigus et les thèques forment avec les rameaux également des angles aigus. Les rameaux et les thèques ont une épaisseur à peu près égale, oscillant entre 55 et 80 μ. Les thèques sont cylindriques et communiquent librement avec les rameaux.

Remarques. — Certains spécimens supplémentaires ont des thèques plus serrées que l'holotype.

Cette espèce se distingue de *Palaeotuba polycephala* Eisenack par ses thèques sensiblement plus épaisses et par leur disposition différente. Son attribution à *Palaeotuba* n'est que provisoire.

Genre *Rhabdohydra* n. gen.

Diagnose. — Rameaux droits, rigides. Thèques tubuleuses, minces, attachées à des noeuds spatuliformes, en général par groupes de trois.

Génotype et unique espèce: *Rhabdohydra tridens* n. sp.

Rhabdohydra tridens n. sp.

(fig. 14)

Matériaux. — Quelques dizaines de rameaux plus ou moins fragmentaires, extraits de plusieurs galets (0.25, 0.26, 0.29, 0.52, 0. 66, 0.94, 0.167, 0.181, 0.182). Le plus long rameau conserve 10 noeuds, mais aucun ne conserve la partie initiale de l'hydrosome et un seul correspond à l'extrémité distale presque intacte.

Holotype — fig. 14 *A*.

Description. — Les rameaux ont la forme des tubes droits, rigides, non ramifiés, à section transversale arrondie, à diamètre oscillant entre 25 et 100 μ, en général s'amincissant dans le sens distal. Dans les limites du rameau, la plus grande épaisseur est atteinte au niveau du noeud, et la plus petite — au milieu de l'entre-noeud. La longueur des entre-noeuds dans les limites du rameau varie assez largement, comme l'illustrent les chiffres ci-dessous concernant trois rameaux, dont le premier — l'holotype — comprend 4 noeuds, le second — 7 noeuds, et le troisième — 9 noeuds. Les valeurs correspondantes (en μ) vont de l'extrémité distale vers l'extrémité proximale des rameaux:

holotype: 500, 560, 530
paratype I: 690, 690, 690, 790, 800, 800, 675
paratype II: 485, 500, 550, 560, 600, 610, 600, 700, 700

Ces chiffres montrent qu'il n'y a aucune régularité dans les variations de la longueur des entre-noeuds dans l'une ou l'autre direction.

Tous les noeuds se trouvent, en principe, sur un seul côté du rameau. Sur chaque noeud sont attachées normalement trois thèques. Elles ont une base commune sous forme d'un court processus spatuliforme, dirigé obliquement vers le haut sous un angle d'environ 45° par rapport au rameau. Les thèques sont tubuleuses, légèrement élargies à leur base, conservant ensuite une épaisseur uniforme sur toute leur longueur. Elles s'étendent presque parallèlement au rameau et leur longueur est égale en moyenne à celle des entre-noeuds. Les diamètres de thèques varient entre 12 et 18 μ. Leurs extrémités distales ne trahissent aucune tendance à l'élargissement et les bords aperturaux semblent avoir été unis.

Le périderme des rameaux est très compact, non élastique, sans trace de stratification. Il est à admettre néanmoins que les parois s'épaississaient avec l'âge, car les parties proximales restent après la décoloration opaques, tandis que les parties distales deviennent translucides. La surface des rameaux non décolorée est noire, luisante.

Les thèques ont des parois sensiblement plus minces que les rameaux et sont transparentes, jaune-paille, souvent sans avoir été décolorées.

Un fragment (fig. 14 *B*), qui semble correspondre à l'extrémité distale du rameau, se termine par quatre thèques, dont l'une, placée dans le prolongement du rameau, correspond probablement à sa terminaison naturelle, tandis que les trois autres, placées sur une base commune, forment la triade normale.

Variations. — Quoique, en règle générale, sur chaque noeud se trouve un groupe de trois thèques égales, certains échantillons s'écartent de cette norme. Sur un échantillon conservant trois noeuds, le noeud inférieur porte quatre thèques, le suivant probablement trois, et le troisième — seulement deux. Sur un autre rameau à cinq noeuds, l'un porte cinq thèques, deux en portent trois chacun, sur les autres noeuds leur nombre ne peut être établi. Ce n'est que tout à fait exceptionnellement que le nombre de thèques sur un noeud est inférieur à deux. Ainsi, sur un fragment à deux noeuds, il y a sur le noeud inférieur trois thèques, et sur le suivant — une seule. Dans ce cas, l'entre-noeud atteint une longueur presque double (1250 μ) de la normale. Au-dessus du second noeud, le rameau se continue sans noeuds sur une étendue de 2000 μ. Il s'agit peut-être là d'une terminaison de rameau.

Parfois on trouve des rameaux anormalement développés, probablement tératologiques. Ainsi, sur un rameau (fig. 14 *H*) une seule thèque est attachée au noeud, mais elle a une largeur double de la thèque normale. Le long de cette thèque, à son milieu, se trouve un sillon indiquant qu'il s'agit de deux thèques soudées. Mais il n'y a qu'une seule lumière. A côté de cette thèque double, mais attachée directement au rameau, se trouve une thèque normale.

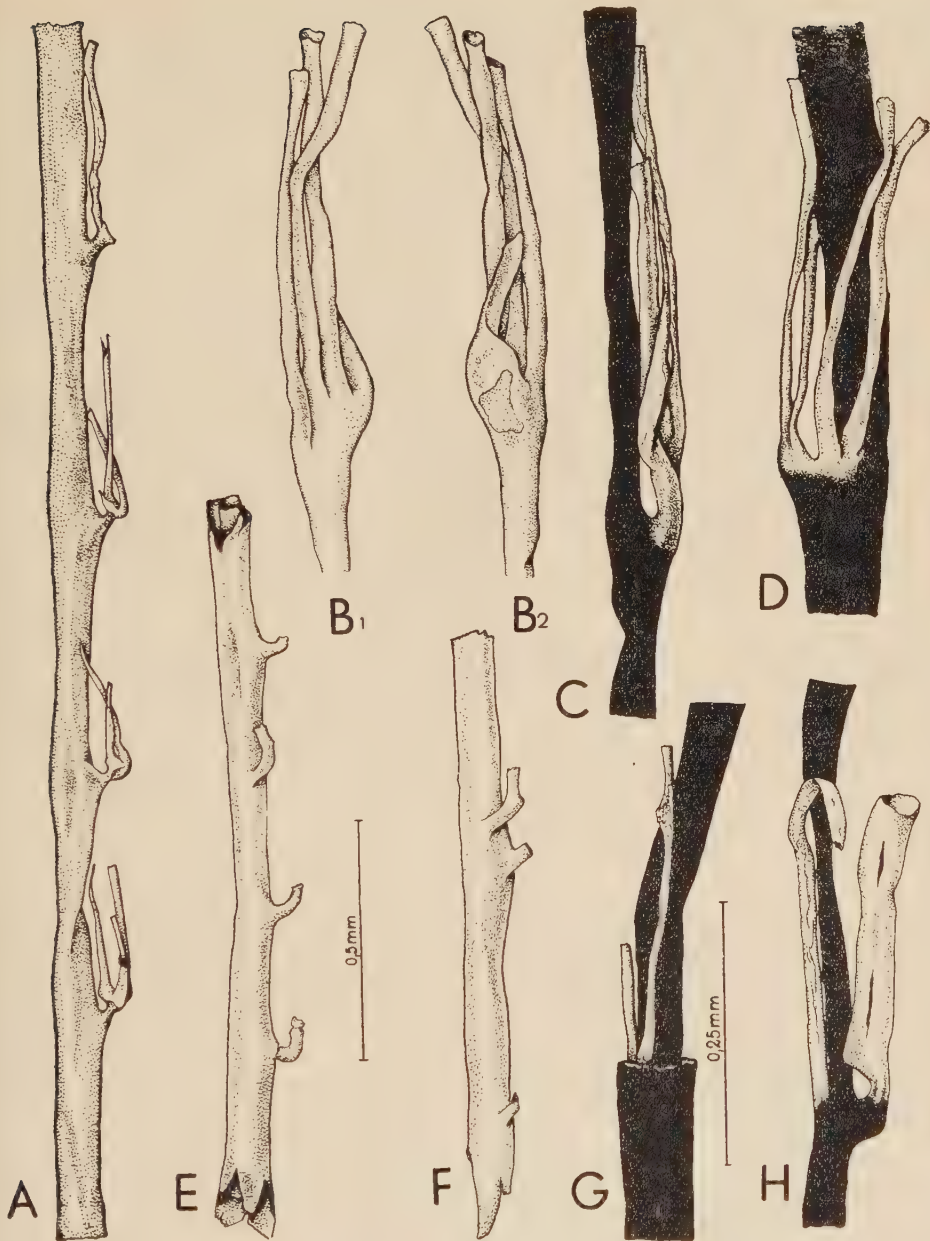


Fig. 14. — *Rhabdohydra tridens* n. sp. *A* holotype; B_1 et B_2 terminaison d'un rameau vue de deux côtés; *C* groupe normal de trois thèques; *D* groupe de quatre thèques; *E* rameau anormal à thèques simples; *F* rameau anormal à thèques simples irrégulièrement distribuées; *G* rameau régénéré avec deux thèques; *H* deux thèques anormalement placées, dont une à épaisseur double.

Sur deux exemplaires on observe la régénération du rameau qui a dû subir une cassure. Dans les deux cas la partie régénérée pousse de l'intérieur du rameau cassé et le bord de la cassure ne subit pas de régénération. Un de ces spécimens (fig. 14 *G*) est particulièrement intéressant, car de l'intérieur du rameau cassé pousse non seulement un rameau nouveau, mais, en même temps, deux thèques normales.

Le fait que, dans le cas d'une régénération, le bord de la cassure ne régénère pas, indique que le rameau n'était pas recouvert à l'extérieur de tissus mous.

Il faut mentionner encore deux échantillons nettement aberrants (fig. 14 *E* et *F*), quoique appartenant selon toute probabilité à la même espèce. Tous les deux ont des thèques attachées directement au rameau sans processus spatuliforme. Un de ces rameaux (fig. 14 *E*) porte quatre thèques isolées, se suivant à des intervalles assez réguliers, mais deux fois moindres que sur les rameaux normaux. Sur l'autre (fig. 14 *F*) une thèque est isolée et deux autres très rapprochées l'une de l'autre.

Genre *Phragmohydra* n. gen.

Diagnose. —Thèques longues, subcylindriques, pourvues à leur base d'un article en forme d'un flacon subsphérique avec un épais col qui pénètre au fond de la thèque.

Génotype et unique espèce: *Phragmohydra articulata* n. sp.

Phragmohydra articulata n. sp.

(fig. 15)

Matériaux. — Quelques rameaux fragmentaires. — Galets 0.42 et 0.110.

Description de l'holotype (fig. 15 *A*). — Le rameau conserve 4 noeuds distants de 300 à 400 μ l'un de l'autre. Chaque noeud forme une légère saillie à laquelle est attaché l'article basilaire de la thèque. L'article (fig. 15 A_2) a la forme d'un flacon arrondi, pourvu d'un col cylindrique, atteignant 1/4 à 1/3 de la longueur de l'article même. Le canal du col est étroit et ses parois fortement épaissies, marquées de lignes transversales d'accroissement. Le col pénètre dans le fond de la thèque de façon que son extrémité y fait saillie. Le fond de la thèque entre le col et les parois est épaissi par de minces couches successives de périderme.

L'article attaché au noeud 3 (fig. 15 A_3) est un peu plus long et plus large que les deux précédents, et le noeud auquel il est attaché est beaucoup plus saillant que les autres. Les articles 1, 2 et 4 communiquent avec les noeuds respectifs directement par une minuscule ouverture. Leur com-

munication avec les thèques se fait par l'intermédiaire du col. L'article 3 réalise une structure plus compliquée, car il communique avec le noeud par l'intermédiaire d'un col faisant partie du noeud.

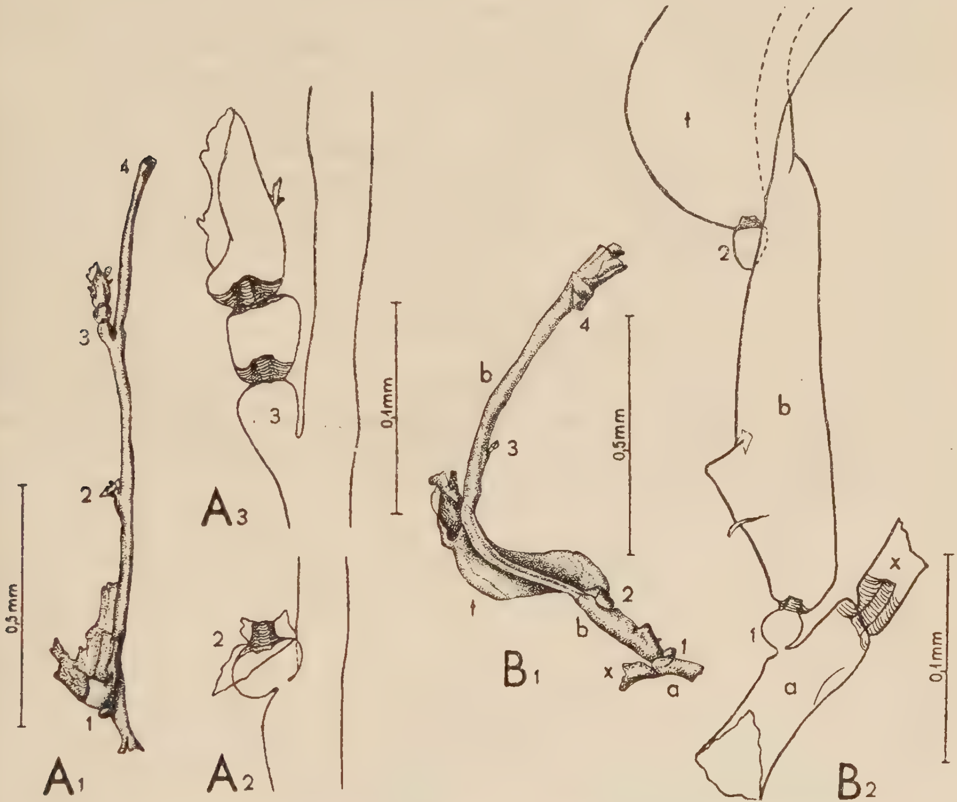


Fig. 15. — *Phragmohydra articulata* n. sp. A_1 holotype; A_2 diaphragme de la thèque 2; A_3 pédoncule á diaphragme de la thèque 3; B_1 paratype conservant une thèque (*t*); B_2 partie inférieure du même échantillon, vue du côté opposé et en lumière transmise; *a* et *x* deux tronçons d'un rameau fragmentaire.

Seulement sur le noeud 1 est conservée la partie proximale de la thèque.

Paratype (fig. 15 *B*). — Sa structure est essentiellement la même que celle de l'holotype. Le fragment comprend un rameau arqué (*b*), attaché à un autre rameau (*a*), dont n'est conservé qu'un petit fragment. L'union du rameau *a* avec le rameau *b* se fait par l'intermédiaire d'un article subsphérique, attaché au rameau *a* par l'intermédiaire d'un très mince et court pédoncule. Son extrémité opposée est étirée en un col qui pénètre au fond du rameau *b*. Sur le rameau *b* sont conservés quatre noeuds: 1 — qui le réunit au rameau *a*, et 2, 3 et 4 — qui portaient des thèques. L'entre-noeud 1-2 est deux fois plus épais et deux fois plus court que les entre-noeuds

2-3 et 3-4. Sur le noeud 2 une thèque (*t*) est conservée presque entière, sur le noeud 4 un petit fragment de thèque, et sur le noeud 3 il reste à peine sa trace.

La thèque du noeud 2 est subcylindrique. Sa partie conservée atteint une longueur égale à la longueur de l'entre-noeud 2-3. Le fragment de la thèque 4 est attaché au noeud par un article de même aspect que les articles 1 et 2.

Le fragment conservé du rameau *a* se compose de deux tronçons cylindriques. Le tronçon inférieur (*a*) se continue par un long col qui pénètre dans la base du tronçon supérieur (*x*). Le fond de ce dernier tronçon est fortement épaissi autour du col.

Genre *Diplohydra* n. gen.

Diagnose. — Les espèces groupées dans ce genre sont caractérisées par la présence, le long des rameaux, des thèques de deux catégories, groupées par paires et communiquant entre elles de différente manière.

Génotype: *Diplohydra longithecata* n. sp.

Diplohydra longithecata n. sp.

(fig. 16)

Matériaux. — Un seul rameau à 6 noeuds. Galet 0.167.

Description. — Le rameau est flexueux, de 3350 μ de longueur, s' étendant approximativement dans un plan. Sur le noeud 1 est attachée une thèque cylindrique, étroite dans sa partie proximale et s'élargissant graduellement jusqu'à atteindre une épaisseur double. Elle est de 700 μ de longueur. La thèque du noeud 2 est de même longueur, mais possède un pédoncule assez nettement différencié. Vers la moitié de sa longueur cette thèque donne origine à une thèque latérale de diamètre deux fois moindre, orientée parallèlement à la thèque principale. Au noeud 3 n'est resté qu'un fragment de pédoncule. Au noeud 4 est attachée une thèque semblable à la thèque du noeud 2 et pourvue, comme celle-ci, d'une thèque latérale. L'extrémité de la thèque principale est très rétrécie. Au noeud 5 se trouve une seule thèque sans pédoncule différencié, et au noeud 6 reste seulement la partie proximale de la thèque.

Diplohydra micropedunculata n. sp.

(fig. 17)

Matériaux. — Un seul échantillon bien conservé. — Galet 0.129.

Description. — Le fragment d'hydrosome est composé de deux ra-

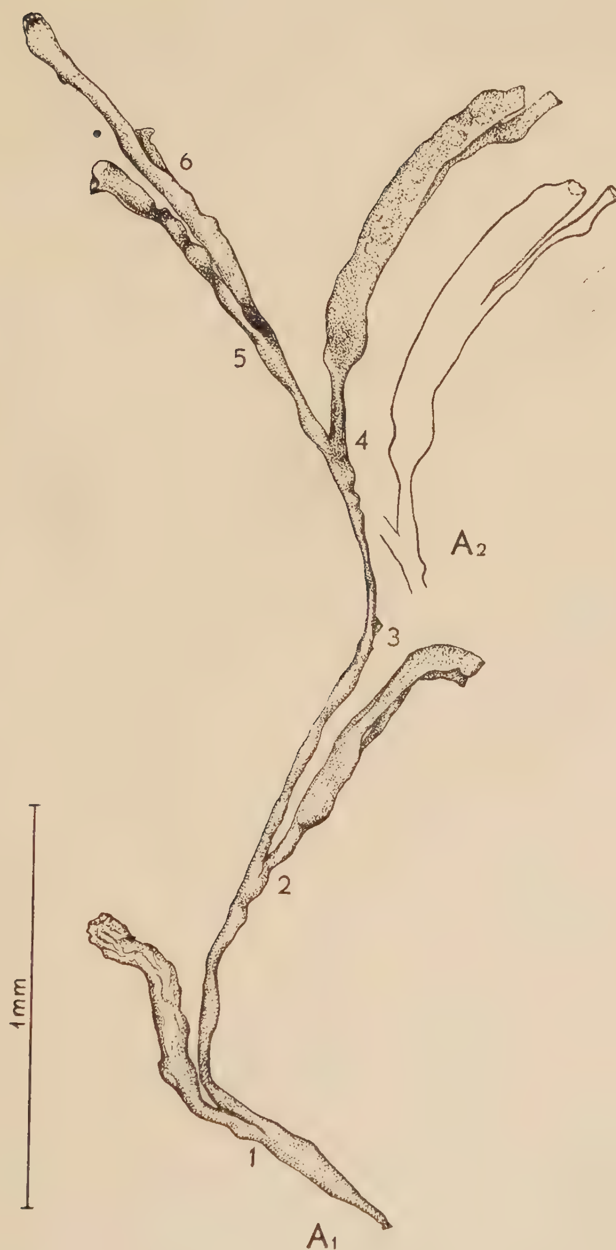


Fig. 16. — *Diplohydra longithecata* n. sp. A_1 holotype; A_2 thèques du noeud 4, vues en lumière transmise.

meaux étendus approximativement dans un même plan. Un de ces rameaux est mince et l'autre épais. Le premier conserve trois noeuds, et le second — deux. Aux points nodaux les rameaux sont fortement élargis.

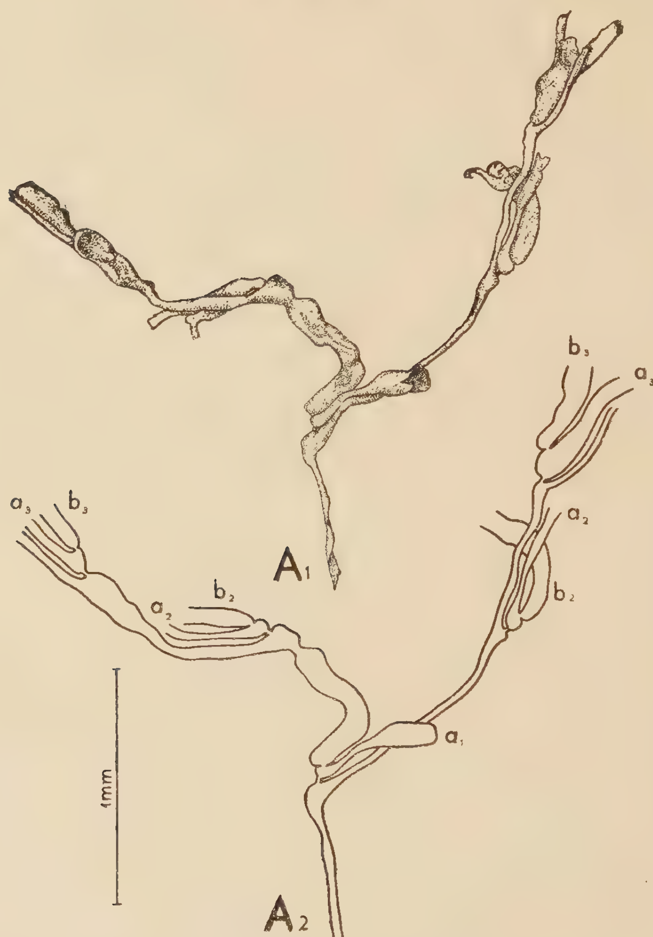


Fig. 17. — *Diplohydra micropedunculata* n. sp. A_1 holotype; A_2 reconstitution schématisée.

Au noeud 1 du rameau mince est attachée, par l' intermédiaire d'un minuscule pédoncule, une thèque (a_1), dont la moitié proximale est mince et la distale est d'épaisseur double. Cette thèque semble avoir été close à son extrémité. Aux noeuds 2 et 3 sont attachées des paires de thèques. Dans chaque paire une thèque (a) est attachée au rameau par l'intermédiaire d'un pédoncule analogue à celui de la thèque a_1, et l'autre (b) est attachée à la première sans pédoncule, communiquant avec elle par un pore fin.

Le rameau épais est assez différent du précédent. Il est attaché à la partie basilaire de la thèque a_1 et communique avec elle par un pore de la même manière que les thèques *b* avec les thèques *a*. L'épaisseur de ce rameau est fort variable et à ses points les plus élargis sont attachées deux paires de thèques, semblables aux paires thécales du rameau mince.

Diplohydra solida n. sp.

(fig. 18 et 19)

Matériaux. — Sept rameaux fragmentaires, extraits d'un seul galet (0.29).

Description de l'holotype (fig. 18 *A*). — Le rameau d'environ 3300 µ de longueur, doucement flexueux, comprend 5 noeuds. Son épaisseur oscille entre 30 et 60 µ dans les entre-noeuds et atteint jusqu'à 130 µ aux noeuds. Les longueurs des entre-noeuds sont les suivantes: 1-2 750 µ, 2-3 480 µ, 3-4 600 µ et 4-5 525 µ. Au noeud 1 s'attache un court pédoncule, delimité du noeud par un épaississement annulaire (fig. 18 A_2). Ce pédoncule porte deux thèques, *a* et *b*, dont la première s'élargit vers son extrémité, et la seconde, sensiblement plus étroite, reste d'une même épaisseur (environ 40 µ) sur toute son extension.

Les pédoncules conservés aux noeuds 3 et 4 indiquent que sur ces noeuds il y avait aussi des thèques doubles.

Paratype (fig. 18 *B*). — Il consiste en un rameau droit, presque deux fois plus épais que l'holotype, conservant 4 noeuds. Sur le noeud 1 ne reste que la base du pédoncule, sur le noeud 2 sont conservées les parties proximales de deux thèques, tandis que sur les noeuds 3 et 4 il n'y avait probablement que des thèques simples.

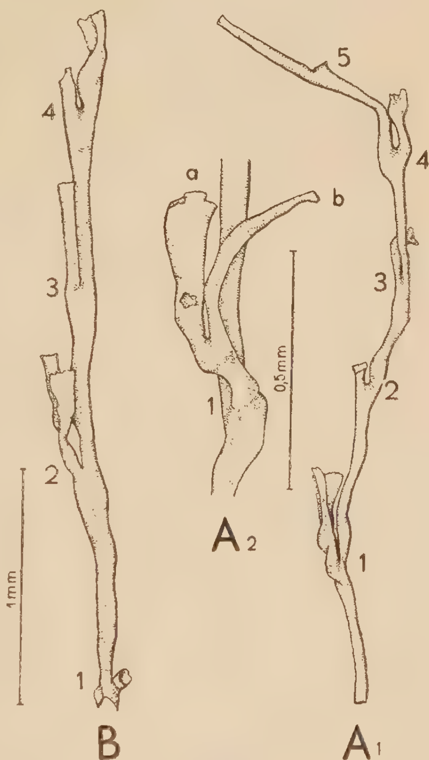


Fig. 18. — *Diplohydra solida* n. sp. A_1 holotype; A_2 thèques *a* et *b* du noeud 1, vues du côté opposé; *B* paratype.

Sur d'autres exemplaires les thèques sont en général fragmentaires, mais il semble que sur un même rameau certains noeuds portaient deux thèques et d'autres — une seule.

Un échantillon (fig. 19) à structure très particulière, dont l'appartenance à *Diplohydra solida* n'est pas certaine, mérite une description spéciale. C'est un fragment d'hydrosome d'environ 2700 μ de longueur totale,

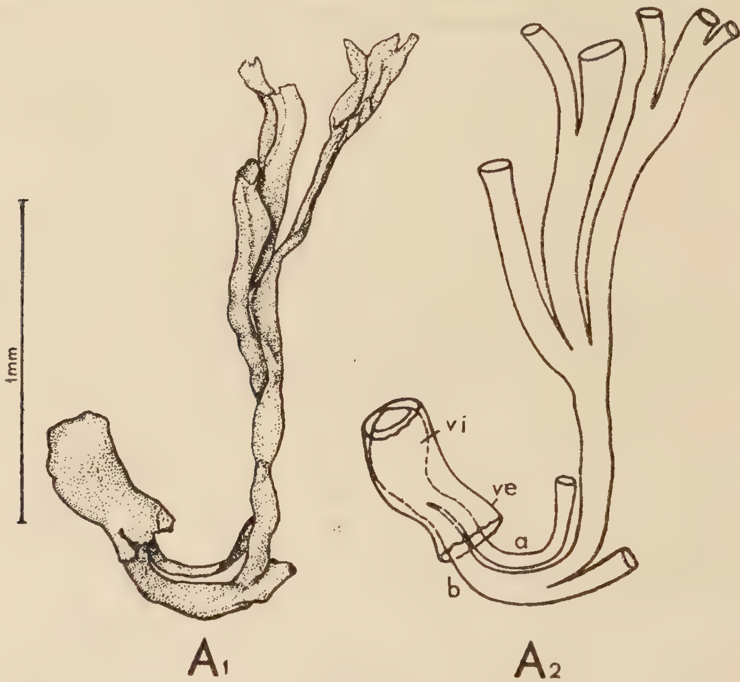


Fig. 19. — *?Diplohydra solida* n. sp. A_1 partie initiale d'un hydrosome; A_2 reconstitution schématisée, *ve* vésicule externe, *vi* vésicule interne, *a* et *b* tubes prenant origine dans la vésicule interne.

à partie proximale incurvée en crochet. A sa base se trouve une vésicule (*ve*) cylindrique de 400 μ de longueur et de 200 μ de largeur moyenne. L'extrémité proximale de la vésicule étant cassée, on peut voir qu'à son intérieur se trouve une seconde vésicule (*vi*) un peu élargie à la base et rétrécie distalement. Les parois de cette vésicule interne adhèrent dans leur partie proximale aux parois de la vésicule externe, mais s'en éloignent distalement. A son extrémité distale la vésicule interne donne origine à deux tubes, *a* et *b*, le premier environ deux fois plus mince que le second. Ces deux tubes sortent de la vésicule externe et se recourbent en arc. Le tube *a*, d'environ 440 μ de longueur, est cassé à son extrémité. Le tube *b* est long et pourvu de rameaux latéraux. Un de ces rameaux, dont seulement la partie proximale est conservée, se détache près du commencement. Vers le milieu du tube *b* celui-ci se divise en trois rameaux, dont un simple, un autre bifurqué et le troisième avec deux rameaux latéraux.

L'état fragmentaire de l'échantillon décrit ne permet pas d'en donner

une interprétation satisfaisante. Il se pourrait qu'on y ait à faire à la partie initiale d'un hydrosome. Toutefois la double vésicule est énigmatique.

Diplohydra gonothecata n. sp.

(fig. 20 et 21)

Matériaux. — Quatre rameaux, le plus long mesurant 2800 μ. Thèques pour la plupart fragmentaires. — Galets: 0.29, 0.31, 0.42, 0123.

Description de l'holotype (fig. 20 *A*). — Le rameau est droit et conserve 5 noeuds, disposés à des intervalles assez réguliers d'environ 500 μ. Les thèques sont conservées sur quatre premiers noeuds. A chaque noeud se trouvent deux thèques, dont une (*a*) attachée directement au rameau et l'autre (*b*) au pédoncule de la thèque précédente. La thèque *a* est pourvue d'un long et épais pédoncule qui s'élargit vers le haut et passe insensiblement à la thèque proprement dite. Les thèques ont des parois membraneuses très minces et sont toujours fortement froncées. Elles semblent avoir été coniques. A la partie inférieure de la thèque *a* s'attache la thèque *b* qui est presque sans pédoncule, plus courte que la thèque *a*, et paraît avoir eu une forme ellipsoïdale allongée.

Paratypes (fig. 20 *B* et 21). — Un rameau (fig. 21) conservant quatre noeuds, tout en ayant les mêmes caractères que l'holotype, mérite une mention spéciale, car la thèque *b* sur son noeud 1 conserve intacte son extrémité qui est régulièrement arrondie et a dû être close. Il est donc possible que toutes les thèques *b* étaient des vésicules closes.

Un échantillon (fig. 20 *B*) conservant quatre noeuds, s'écarte par certains caractères de l'holotype. Dans la thèque b_2 se trouve un glomérule de tissus chitineux spongieux, attaché sur un court pédoncule, prolongeant le pédoncule de cette thèque (fig. 20 B_2). Le noeud 3 de cet échantillon porte trois thèques au lieu de deux, car au pédoncule de la thèque *a* s'attache une autre thèque de la même catégorie et ce n'est que de celle-ci que prend origine une thèque de la catégorie *b*.

Remarques. — Par analogie avec les Thecaphora récents il est à supposer que les thèques *a* de cette espèce sont des hydrothèques, et les thèques *b* — des gonothèques. Le glomérule spongieux à l'intérieur de la thèque b_2 d'un échantillon pourrait correspondre à des vestiges de produits sexuels enkystés.

Genre *Lagenohydra* n. gen.

Diagnose. — Hydrosome à dimorphisme thécal très accentué. A chaque noeud se trouvent deux thèques dont une, sous forme de flacon à long col recourbé, est attachée directement au rameau, et l'autre — à la thèque

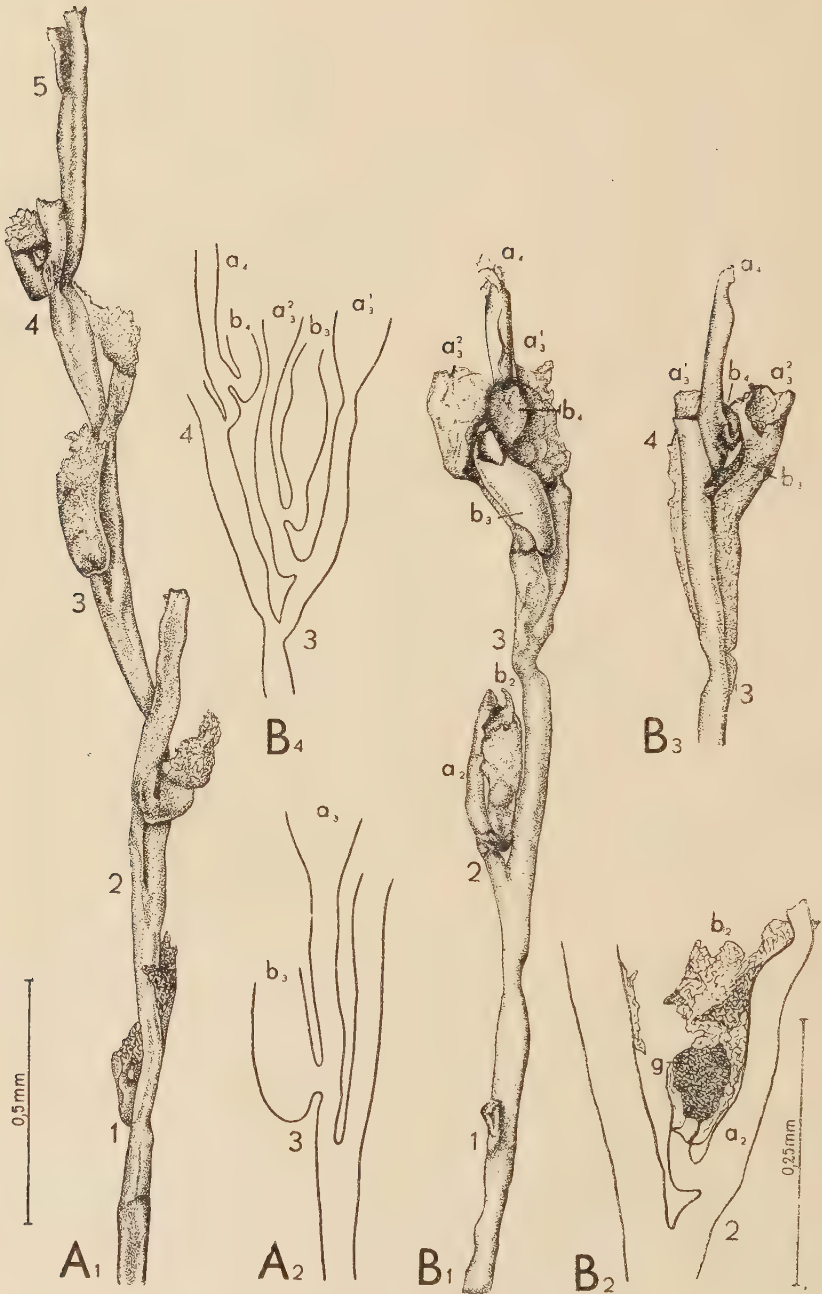


Fig. 20. — *Diplohydra gonothecata* n. sp. A_1 holotype; A_2 reconstitution schématisée des thèques du noeud 3; B_1 paratype; B_2 thèques du noeud 2, vues du côté opposé en lumière transmise; *g* glomérule chitineux à l'intérieur de la thèque b_2; B_3 partie terminale du rameau B_1, vue du côté opposé; B_4 reconstitution schématisée de cette partie.

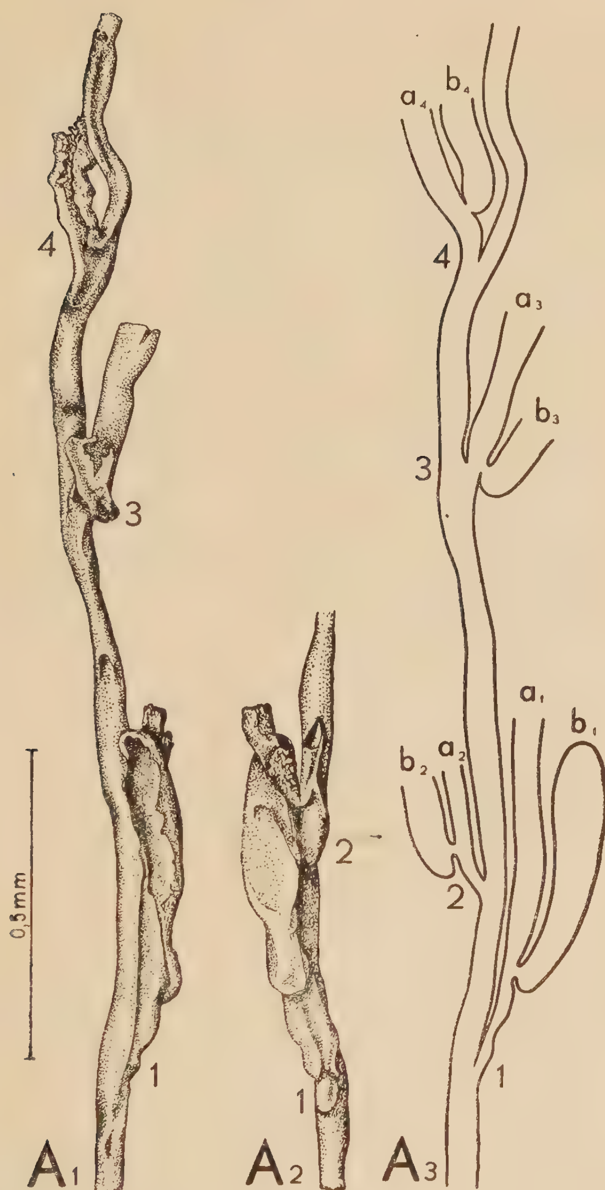


Fig. 21. — *Diplohydra gonothecata* n. sp. A_1 paratype; A_2 partie inférieure vue du côté opposé; A_3 reconstitution schématisée.

précédente. Toutes les deux sont pourvues à leur base d'un article arrondi avec un col.

Génotype et espèce unique: *Lagenohydra phragmata* n. sp.

Lagenohydra phragmata n. sp.

(fig. 22)

Matériaux. — Un seul rameau d'environ 2000 μ de longueur, conservant 6 noeuds, dont 4 avec les thèques. — Galet 0.42.

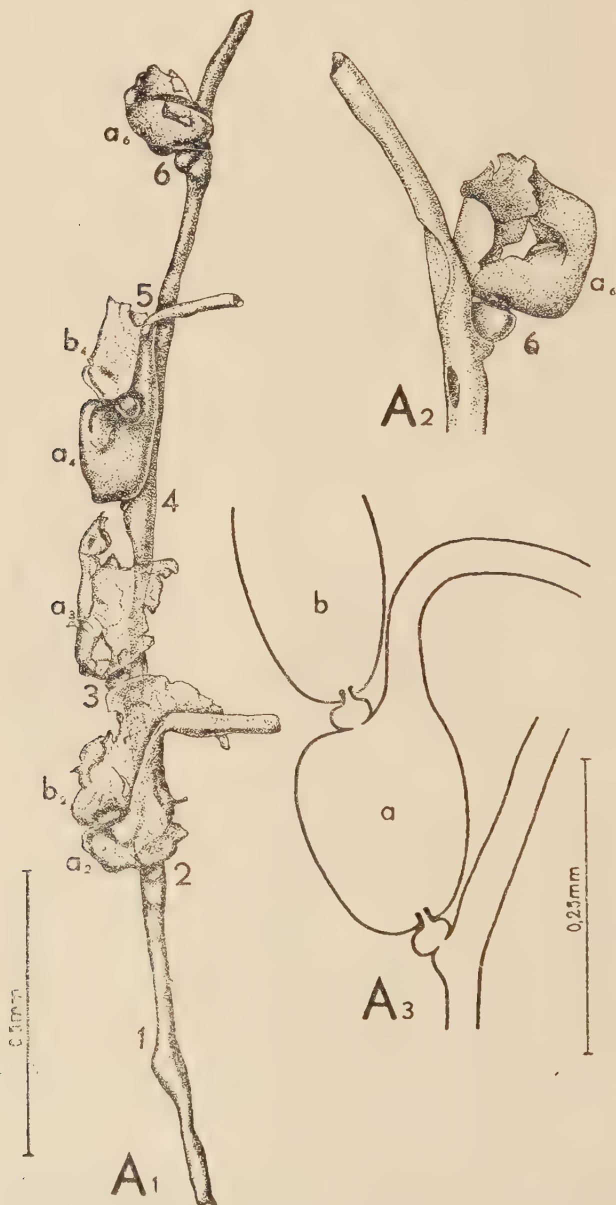


Fig. 22. — *Lagenohydra phragmata* n. sp. A_1 holotype; A_2 thèque du noeud 6, vue du côté opposé; A_3 reconstitution schématisée d'une paire de thèques.

Description. — Le rameau est droit de 30-35 μ d'épaisseur, s'élargissant aux noeuds. Les noeuds ont un espacement régulier en moyenne de 300 μ. Sur chaque noeud se trouvent deux thèques: une inférieure (*a*), attachée directement au rameau, et l'autre supérieure (*b*), attachée à la précédente. La thèque inférieure (*a*) s'attache au noeud par l'intermédiaire d'un court article. Cet article a l'aspect d'un flacon arrondi, pourvu d'un col. Il communique avec le canal du rameau par un minuscule pore arrondi et avec la thèque par le col qui pénètre dans sa base. La thèque même se compose d'une partie inférieure en forme de vésicule, et d'une supérieure consistant en un tube long et étroit, coudé à angle droit vers son milieu.

La thèque supérieure (*b*) s'attache à la thèque inférieure (*a*) près de la base de sa partie tuboïde. Sa connexion avec la thèque *a* s'accomplit par l'intermédiaire d'un article, identique à celui qui unit la thèque *a* au rameau. La thèque *b*, qui n'est jamais conservée en entier, semble avoir eu la forme d'une cloche largement ouverte.

Remarques. — Les articles basilaires supportant les thèques *a* et *b* sont très semblables aux articles de *Phragmohydra articulata* n. sp. — espèce qui ne présente pas de dimorphisme thécal.

Genre *Xenohydra* n. gen.

Diagnose. — Rameaux épais, droits, percés d'orifices arrondis, bordés chacun au-dessous par un large et court processus bilobé.

Génotype et unique espèce: *Xenohydra labiata* n. sp.

Xenohydra labiata n. sp.
(fig. 23)

Matériaux. — Une vingtaine de rameaux fragmentaires, pour la plupart secondairement aplatis, provenant d'un seul galet (0.44) et appartenant peut-être à un seul hydrosome.

Description de l'holotype (fig. 23 *A*). — Le rameau est d'environ 2700 μ de longueur, à section transversale arrondie et diamètre moyen de 200 μ. A sa surface unie s'élèvent des processus sous forme de deux courts lobes à base commune. Les lobes sont arrondis et leur base aplatie. L'ensemble du processus est placé sur le rameau sous un angle de 45°, étant dirigé vers la partie distale du rameau. Les lobes du processus sont creux et s'ouvrent librement dans le canal du rameau. Immédiatement au-dessus du processus s'ouvre un orifice arrondi ou transversalement elliptique à diamètre moyen de 45 μ. Il est bordé d'un léger épaississement.

La distribution des processus bilobés à la surface du rameau est assez irrégulière, mais presque tous sont groupés sur une seule face du rameau,

car sur le nombre total de 15 processus, 12 se trouvent sur une face et 2 seulement sur la face opposée. Les distances entre les processus voisins oscillent entre 200 et 400 μ.

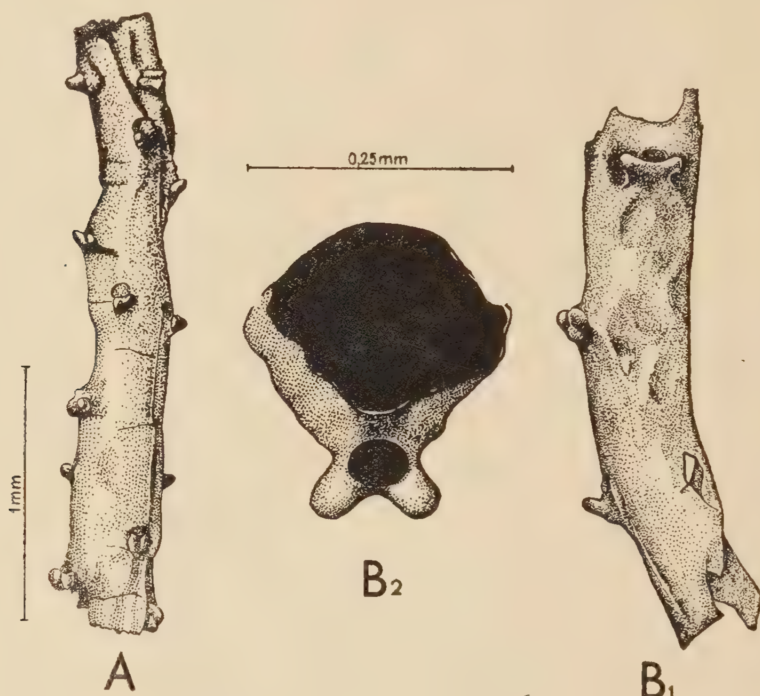


Fig. 23. — *Xenohydra labiata* n. sp. *A* holotype; B_1 paratype; B_2 processus bilobé supérieur du paratype, vu d'en haut.

La paroi du rameau est très mince, son épaisseur oscillant entre 4 et 10 μ. L'épaisseur des processus bilobés est la même. Le périderme est compact, d'un brun foncé, devenant brun clair et transparent après la décoloration. Sur des échantillons plus ou moins décomposés on peut constater que le périderme est composé de deux couches: l'externe foncée et luisante et l'interne claire mate.

Remarques. — La morphologie de cette forme est très particulière, difficilement comparable à la morphologie des Hydroïdes récents et fossiles, de sorte que son attribution à ce groupe de Coelentérés n'est pas sûre. Il est certain, d'autre part, qu'il ne s'agit pas là d'un Graptolite, car le périderme est anhiste et le rameau forme un tube continu.

GONOTHÈQUES

Dans ce chapitre sont décrites les thèques soit attachées à des stolons, soit isolées, qui semblent correspondre à des gonothèques d'Hydroïdes.

Leur périderme est anhiste et de la même consistance que le périderme des Hydroïdes précédemment décrits. Si les thèques sont attachées à des stolons, ceux-ci sont de même aspect que les rameaux, sur lesquels sont attachées les hydrothèques. Il ne s'agit pas là d'hydrothèques puisqu'elles sont fermées ou très rétrécies à leurs extrémités distales.

Sur certains échantillons, le stolon porte deux catégories de thèques vésiculaires, se distinguant l'une de l'autre par leurs dimensions et leur forme. Les unes sont petites, subsphériques, les autres beaucoup plus grandes, subcylindriques.

Par analogie avec les Thecaphora récents, il est à supposer qu'on a à faire dans de pareils cas au dimorphisme gonothécal, les gonothèques petites pourraient correspondre à des gonophores mâles, et les grandes — aux gonophores femelles.

Les pédoncules de certaines gonothèques sont composés d'articles séparés par des diaphragmes, tout comme le sont les pédoncules des hydrothèques de certaines formes décrites plus haut.

Parfois on a des vésicules liées les unes aux autres par l'intermédiaire des stolons, formant des assemblages en chaînette. Il devrait donc s'y produire le bourgeonnement d'une gonothèque à partir de l'autre. Un tel phénomène n'a pas été observé, à ma connaissance, chez les Thecaphora récents.

Je n'introduis pas de noms spéciaux pour désigner les différents types de gonothèques, car en général il est impossible d'établir à quelles hydrothèques elles étaient associées.

Exception est faite pour deux formes, pour lesquelles des noms ont été déjà introduits par Eisenack (1937). Ce sont des groupements de vésicules bien caractéristiques, dont une désignée par l'auteur mentionné comme *Chitinodendron longicarpus* semble bien correspondre au groupement de gonothèques, tandis que l'autre — *Chitinodendron bacciferum* — est de nature problématique.

Je décrirai tout d'abord ces deux formes.

Genre *Kystodendron* n. gen.

Ce nom générique est introduit pour distinguer l'espèce *Chitinodendron longicarpus* Eisenack de *Ch. bacciferum* Eisenack, ce dernier étant le génotype du genre *Chitinodendron* Eisenack. Ces deux formes ont une morphologie foncièrement différente.

Kystodendron longicarpus (Eisenack)

(fig. 24)

1937. *Chitinodendron longicarpus* Eisenack; A. Eisenack, Neue Mikrofossilien...; p. 237, fig. 18-20.

Matériaux. — Nombreux échantillons consistant en stolons avec des thèques et en thèques isolées. — Galets: 0.29, 0.158, 0.166, 0.169, 0.182, 0.184, 0.262.

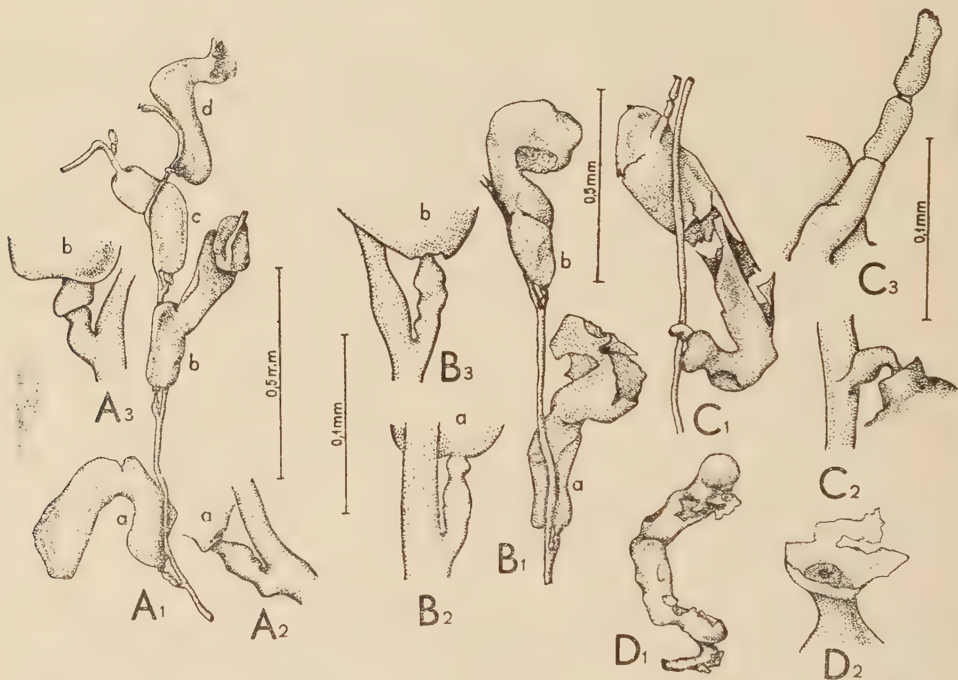


Fig. 24. — *Kystodendron longicarpus* (Eisenack): A_1 rameau avec quatre thèques: A_2 pédoncule de la thèque *a;* A_3 pédoncule de la thèque *b;* B_1 rameau avec deux thèques; B_2 pédoncule de la thèque *a*; B_3 pédoncule de la thèque *b*; C_1 fragment de rameau avec une thèque; C_2 pédoncule de cette thèque; C_3 stolon terminal articulé de cette thèque; D_1 une thèque avec le fragment de la thèque suivante; D_2 ce fragment montrant le diaphragme.

Description. — Les hydrosomes consistent en stolons d'épaisseur assez constante d'environ 8-10 μ, auxquels les thèques sont attachées à des intervalles variables, par l'intermédiaire des pédoncules. Les pédoncules ont en moyenne 40-50 μ de longueur. Ils sont marqués parfois d'étranglements transversaux. La connexion du pédoncule avec la thèque est assez variable, mais le plus souvent le pédoncule subit un fort rétrécissement au point d'union avec la thèque. L'extrémité rétrécie du pédoncule s'unit fréquemment à la thèque par l'intermédiaire d'une sorte de collerette placée

à l'extrémité proximale de la thèque (fig. 24 C_2). L'orifice, par lequel le canal du pédoncule communique avec la cavité de la thèque, est rétréci en une sorte de diaphragme.

Les thèques sont subcylindriques, de longueur très variable, plus ou moins tordues et marquées d'étranglements transversaux. Elles consistent, en principe, en vésicules closes. Au voisinage de l'extrémité distale de la thèque se trouve très souvent un stolon, auquel est attachée une seconde thèque, et à celle-ci pouvait, à son tour, s'attacher une troisième. Le tronçon stolonal unissant entre elles les thèques est de longueur variable. Parfois il est divisé en articles (fig. 24 C_3).

Remarques. — Malgré la grande variabilité, cette forme conserve toujours les mêmes traits essentiels, elle est facile à reconnaître même à l'état fragmentaire.

Quoique Eisenack n'en a donné qu'une caractéristique très sommaire, ses illustrations ne laissent pas de doute que nos échantillons appartiennent à la même espèce. L'auteur cité l'a rangé dans le genre *Chitinodendron,* basé sur l'espèce *Chitinodendron bacciferum* Eisenack (1937, p. 236). Or les ressemblances entre ces deux formes sont tout à fait superficielles. En réalité, il s'agit de deux organismes foncièrement différents. Pendant que chez *Ch. bacciferum* les „thèques'' ne sont que des parties plus ou moins renflées du stolon, chez *Kystodendron longicarpus* ce sont des organes indépendants, pourvus de pédoncules bien individualisés. Si l'appartenance de *K. longicarpus* aux Hydroïdes est très vraisemblable, celle de *Ch. bacciferum* est plutôt douteuse.

Par la morphologie des stolons, des pédoncules et des thèques *K. longicarpus* ressemble aux autres Hydroïdes ici décrits. Comme ses thèques sont des vésicules fermées, elles doivent représenter des gonothèques. Mais l'absence sur tous les échantillons, pourtant nombreux, de thèques qui puissent être considérées comme hydrothèques, reste inexplicable.

Genre *Chitinodendron* Eisenack, 1937

Chitinodendron bacciferum Eisenack

(fig. 25)

1937. *Chitinodendron bacciferum* Eisenack; A. Eisenack, Neue Mikrofossilien., p. 236, pl. 16, fig. 6, et fig. tu texte 9-17.

Matériaux. — Quatre échantillons assez fragmentaires. Galets: 0.29, 0.31, 0.184.

Description. — Cette forme consiste en de minces stolons avec des rameaux latéraux et des vésicules de différentes formes. Les vésicules correspondent à des parties détendues du stolon et leurs dimensions varient dans

des limites très larges, depuis des boursoufflements à peine perceptibles jusqu'à 200 µ et plus de diamètre. Les rameaux latéraux sont orientés le plus souvent à angle droit par rapport au stolon principal et distribués

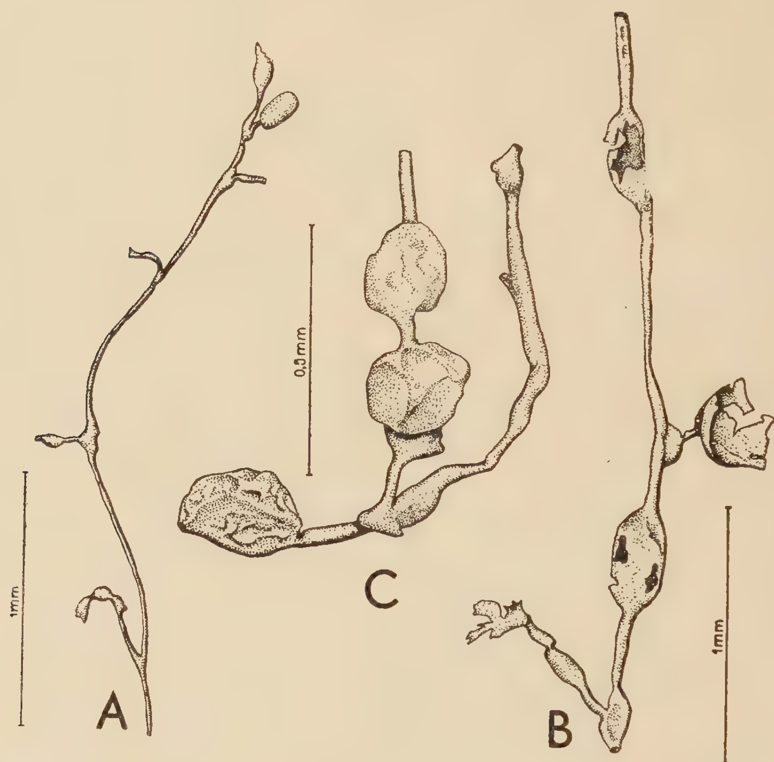


Fig. 25. — *Chitinodendron bacciferum* Eisenack: *A-C* trois échantillons fragmentaires.

à des intervalles irréguliers. Les vésicules se trouvent autant sur le stolon principal que sur les rameaux latéraux. Elles communiquent librement avec le tube stolonal.

Remarques. — Eisenack comparaît ce fossile à des Foraminifères dendroïdales tels que *Ramulina*, dont *Chitinodendron* pourrait représenter la membrane chitineuse tapissant l'intérieur du test, le test même ayant été dissous lors de préparation de ces fossiles à l'aide de l'acide. Mais rien n'indique qu'il y avait une couche calcaire.

Gonotheca Forma A

(fig. 26 et 27)

Matériaux. — Quatre échantillons, dont l'un portant deux thèques et les autres à une thèque chacun. — Galets: 0.22, 0.42, 0.170.

Description. — Les thèques sont longues, plus ou moins irrégulières, diversement courbées et ondulées, à parois minces. Elles sont attachées à des stolons fins, dichotomiquement ramifiés.

Un échantillon à deux thèques (fig. 26) comprend un stolon bifurqué de 25 μ d'épaisseur moyenne. A un rameau du stolon (s_1), à une distance de 200 μ du point de bifurcation, est attachée une thèque cylindrique (*a*)

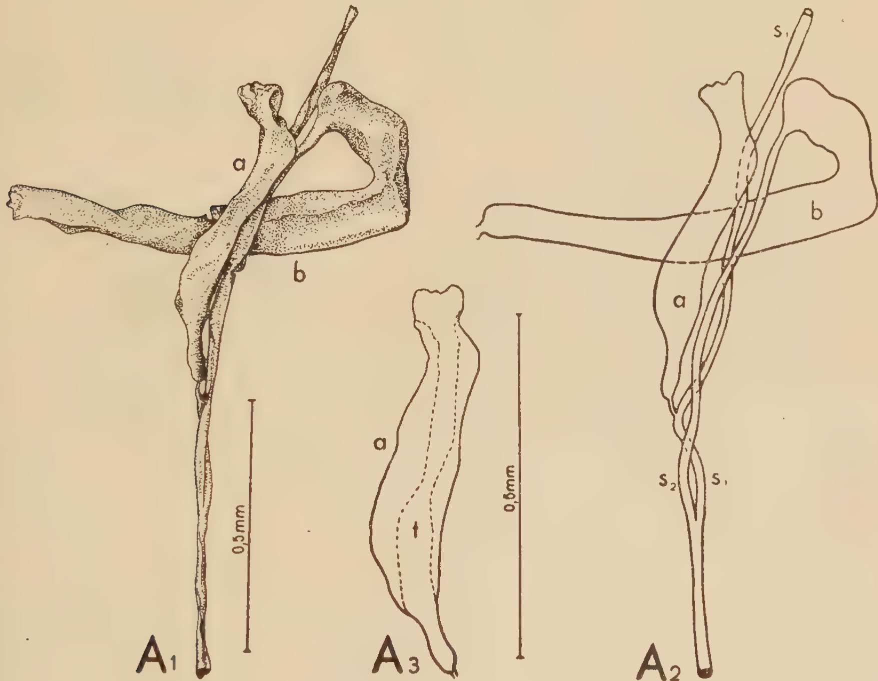


Fig. 26. — *Gonotheca Forma A: A_1* stolon bifurqué avec deux gonothèques; A_2 figure schématisée du même échantillon; S_1 et S_2 stolons; A_3 gonothèque *a* vue en lumière transmise pour montrer le tube interne (*t*).

de 500 μ de longueur totale, de 60 μ d'épaisseur dans sa partie médiane et 25 μ dans la partie proximale. Elle est pourvue d'un pédoncule de 40 μ de longueur et de 7 μ d'épaisseur. Son extrémité distale semble avoir été close. A l'intérieur de cette thèque, le long de son axe, s'étend un tube (*t*) deux fois plus étroit que la thèque. Son extrémité proximale se confond avec l'extrémité proximale de la thèque, et son extrémité distale s'unit étroitement avec l'extrémité distale de la thèque.

Au second rameau du stolon (s_2) qui atteint 800 μ de longueur, est attachée une thèque (*b*) de 1040 μ de longueur, irrégulièrement courbée, à extrémité distale terminée par un court col.

Sur un autre échantillon, très semblable, l'unique thèque conservée a l'extrémité distale fermée.

Un échantillon (fig. 27) se distingue par une connexion assez particulière de la thèque avec le stolon (fig. 28 A_2): le pédoncule de cette thèque,

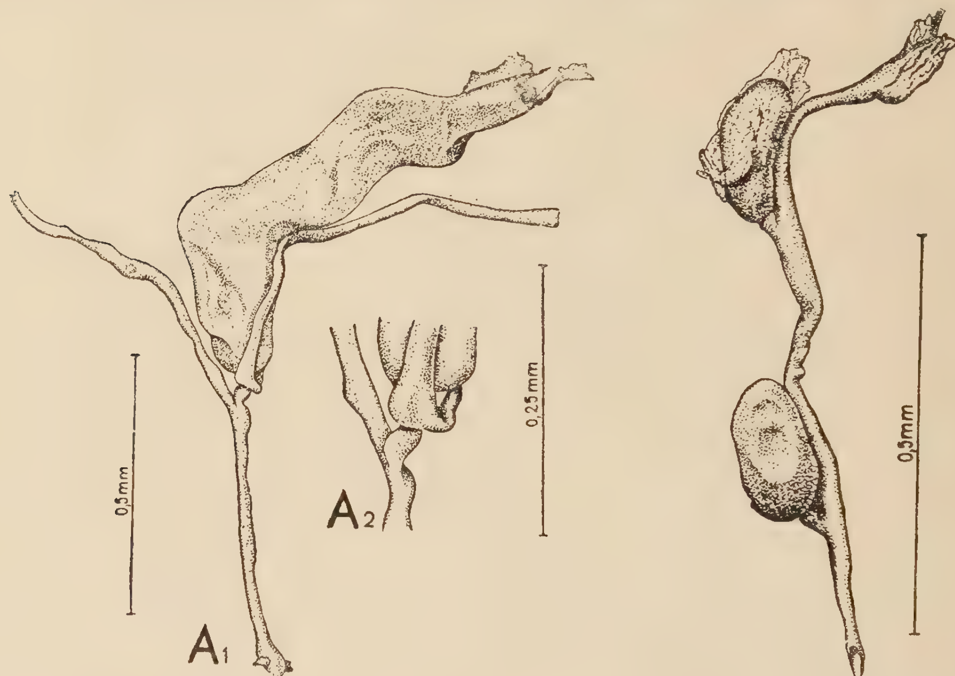


Fig. 27. — *Gonotheca Forma A:* A_1 stolon bifurqué avec une gonothèque; A_2 connexion de la gonothèque avec le stolon.

Fig. 28. — *Gonotheca Forma B*: stolon avec deux gonothèques, la supérieure avec des fragments d'une membrane externe.

recourbé, passe graduellement à une partie très élargie du stolon, laquelle s'unit au stolon principal au moyen d'un court pédoncule.

Gonotheca Forma B

(fig. 28)

Le seul échantillon (galet 0.163) consiste en un stolon de 800 μ de longueur et d'une épaisseur oscillant entre 20 et 40 μ. Il porte deux thèques attachées directement aux noeuds du stolon. Les thèques sont ellipsoïdales, à peu près de mêmes dimensions, d'environ 180 μ de longueur et de 80 μ d'épaisseur. Elles sont closes. Aux parois de la thèque distale sont attachées des lambeaux d'une mince membrane qui indique que la thèque a dû être enveloppée de quelque tissu qui secrétait ces membranes.

Gonotheca Forma C

(fig. 29 *A-C*)

Cette forme est représentée par des échantillons très nombreux (galets: 0.121, 0.153, 0.158). Ce sont des thèques subcylindriques, très longues, plus ou moins onduleuses, à section transversale arrondie. Leur longueur oscille entre 500 et 1000 μ. A une extrémité de la thèque se trouve un fin pédoncule, communiquant librement avec la cavité de la thèque. A l'extré-



Fig. 29. — *Gonotheca Forma C* — trois gonothèques (*A-C*); *Gonotheca Forma D* — deux gonothèques (*D, E*); *Gonotheca Forma E* — une gonothèque (*F*).

mité distale de la thèque se trouve un col, sensiblement plus épais que le pédoncule. L'extrémité de ce col, à parois très amincies, est toujours froncée ou déchiquetée.

Gonotheca Forma D

(fig. 29 *D* et *E*)

Ces thèques, représentées par deux échantillons (galets 0.26, 0.94), sont très grandes, de forme irrégulière, à parois très épaisses.

De deux spécimens, l'un (fig. 29 *E*) est fusiforme, de 1500 μ de longueur et de 450 μ d'épaisseur maximum dans sa partie médiane. Son extrémité proximale est étirée progressivement en un pédoncule à parois

minces. Son extrémité distale a la forme d'un large col à bout fermé et marqué d'une cicatrice arrondie. A cette extrémité ainsi qu'à d'autres endroits de la thèque adhèrent de minces membranes, facilement desquamables.

Le second échantillon (fig. 29 *D*) est par excellence irrégulier, à saillies latérales et un gros col terminal courbé en crochet. L'extrémité du col, qui était probablement fermée, a des parois très minces et froncées. La thèque est pourvue d'un long et mince pédoncule.

Gonotheca Forma E
(fig. 29 *F*)

Ce type de gonothèque est représenté par trois échantillons, extraits des galets 0.121, 0.182 et 0.184.

Les thèques sont très étroites et longues (jusqu'à 2500 μ) à épaisseur variable, oscillant entre 100 et 225 μ dans une même thèque.

Ce qui caractérise surtout cette forme de thèque c'est le fait qu'une de ses faces est plate et l'autre convexe. Par la face plate la thèque a dû adhérer au support. La face convexe est en général marquée de fins tubercules irréguliers. A l'extrémité proximale la thèque est pourvue d'un pédoncule sinueux, moitié aussi épais que la thèque. Au pédoncule sont attachés parfois des fragments de pédoncules ou de rameaux latéraux. L'extrémité distale de la thèque est rétrécie.

Gonotheca Forma F
(fig. 30)

Ce type de thèque, à structure compliquée, est représenté par deux échantillons que je désignerai par les lettres *X* (galet 0.42) et *Y* (galet 0.60), en les décrivant séparément.

Echantillon X (fig. 30 *A*). — Sur un pédoncule composé d'articles tonnéliformes sont attachées 2 thèques grandes (G_1 et G_2) et trois thèques petites (g_1, g_2, g_3). Le pédoncule de la thèque G_1 comprend 8 articles (fig. 30 A_2) inégaux. Les articles 1-3 sont en forme de tonnelet, deux fois plus longs que larges, les articles 4 et 5 sont trois fois plus courts que l'article 3, l'article 6 est de nouveau long, et les articles 7 et 8 très courts, annulaires. Les articles sont séparés l'un de l'autre par des rétrécissements auxquels correspondent des diaphragmes transversaux, à paroi épaisse, percés d'un minuscule pore au centre.

La thèque G_1 est subcylindrique, quatre fois environ plus longue que large, à parois minces, irrégulièrement ondulées. Près de son extrémité distale est attachée une autre thèque (G_2), dont seulement la partie proxi-

male est conservée. Elle est recourbée dans la direction opposée à la thèque G_1. Superficiellement la thèque G_2 (fig. 30 A_3) semble constituer le prolongement direct de la thèque G_1, mais en réalité c'est une thèque indépendante, quoique intimement soudée à la thèque précédente par son extrémité proximale ainsi que par le pédoncule, dont elle est pourvue. Ce pédon-

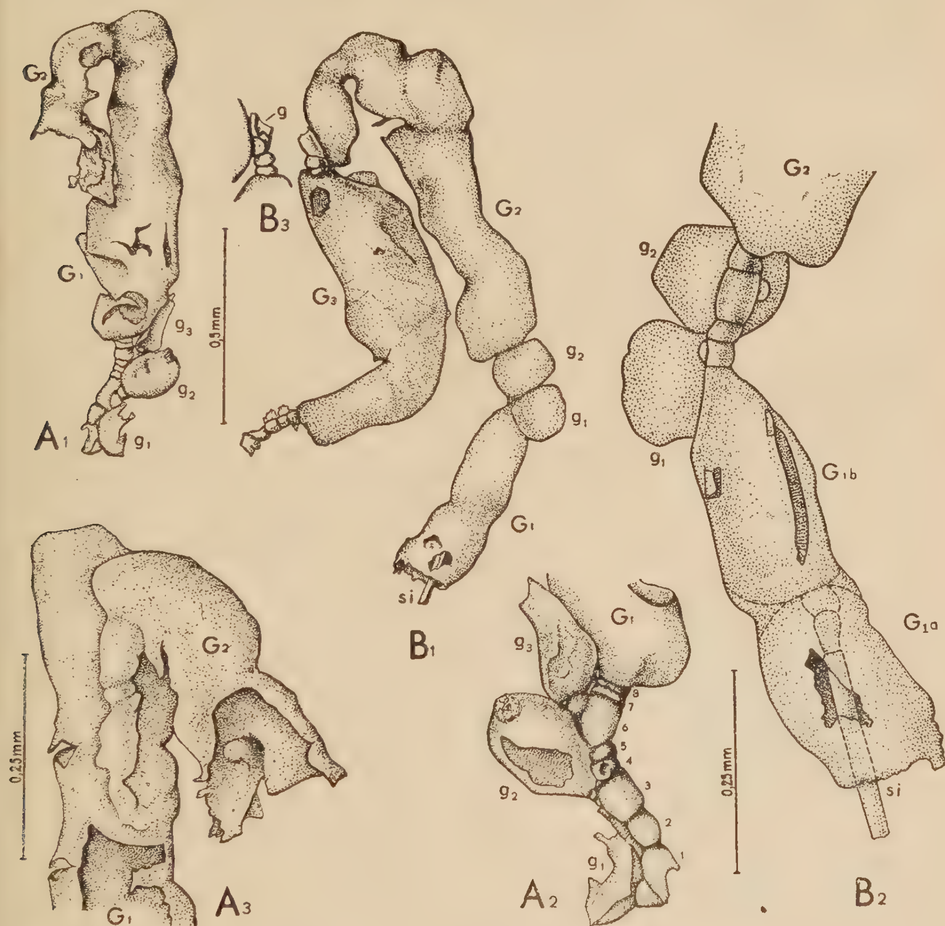


Fig. 30. — *Gonothecà Forma F*: A_1 association de trois gonothèques petites (g_1-g_3) et de deux gonothèques grandes (G_1-G_2); A_2 partie proximale de l'échantillon A_1 vue du côté opposé; B_1 association de plusieurs gonothèques grandes (G) et petites (g); A_3 partie terminale de l'échantillon A_1; B_2 partie proximale du même échantillon vu du côté opposé, en partie en lumière transmise, pour montrer la cloison et le stolon interne (*si*); B_3 pédoncule articulé entre les thèques G_2 et G_3 de l'échantillon B_1.

cule est aplati et étroitement accolé à la paroi de la thèque G_1. Il se compose de trois articles, dont le premier, sortant de la paroi latérale de la thèque G_1, est long et irrégulier, le second est court, annulaire, et le troisième

forme le pédoncule proprement dit de la thèque G_2. La paroi de l'extrémité proximale de la thèque G_2 est percée d'une fine ouverture ronde qui fait communiquer sa cavité avec la cavité du 3-e article du pédoncule.

Les petites thèques g_1, g_2 et g_3 sont attachées au pédoncule de la thèque G_1 (fig. 30 A_2). La thèque g_1, fragmentaire, est attachée à l'article 1 au moyen d'un très court article. La thèque g_2 conservée presque intacte, est attachée à l'article 3 par l'intermédiaire d'un pédoncule à deux articles. La thèque g_3, fragmentaire, est attachée à l'article 6 par un pédoncule à un article. Les articles pédonculaires sont séparés l'un de l'autre et des thèques par d'épaisses cloisons, percées au centre d'un minuscule orifice arrondi. La thèque g_2, la seule bien conservée, est une vésicule ellipsoïdale, fermée, de 165 μ de longueur et de 110 μ de diamètre transversal. A son sommet la paroi est épaissie en forme de bouchon.

Echantillon Y (fig. 30 *B*). — Il est irrégulièrement recourbé en crochet, composé de 3 thèques longues (G_1, G_2, et G_3), cylindriques, flexueuses et de deux thèques (g_1, g_2) petites, arrondies. Les thèques sont réunies entre elles par des pédoncules composés d'articles séparés l'un de l'autre et des thèques par des diaphragmes, comme cela a été indiqué pour l'échantillon *X*. A l'extrémité proximale (?) de l'échantillon se trouve une thèque cylindrique (G_1) à structure très particulière(fig. 30B_2). De son bout proximal, cassé, sort un mince stolon. Après la décoloration poussée de l'échantillon on a pu constater que cette thèque est divisée au milieu de sa longueur par une cloison transversale en deux thèques secondaires G_{1a} et G_{1b} et que le stolon arrive jusqu'à cette cloison et s'y termine par deux articles. La cloison transversale divisant la thèque G_1 est double, étant composée de la paroi distale de la thèque G_{1a} et de la paroi proximale de la thèque G_{1b}. A l'extérieur les parois de ces thèques sont dans la continuation l'une de l'autre et la limite des thèques n'est marquée que par un faible étranglement. La thèque G_{1b} est unie à la thèque G_2 par un pédoncule composé de quatre articles, séparés l'un de l'autre et des thèques par des diaphragmes du même type que les diaphragmes de l'échantillon X. Au premier article est attachée une petite thèque subsphérique (g_1) au moyen d'un court article. Une seconde thèque (g_2) de même forme et grandeur est attachée au 3-e, le plus long article, également par un court article. Ces deux thèques sont entièrement closes. Au 4-e article est attachée la grande thèque G_2. Elle est recourbée en crochet à son extrémité distale. A cette extrémité est attachée, par l'intermédiaire d'un pédoncule à trois articles, la thèque G_3. Au 3-e article de ce pédoncule est attaché en outre un fragment de pédoncule, auquel était attachée probablement une thèque latérale (fig. 30 B_3, g).

A l'extrémité distale de la thèque G_3 se trouve un pédoncule com-

prenant cinq articles auxquels adhèrent des fragments de membranes correspondant peut-être aux vestiges d'autres thèques.

Remarques. — Les échantillons X et Y appartiennent, selon toute probabilité, aux fragments d'hydrosome d'une seule espèce d'Hydroïde, car ils présentent essentiellement la même structure. L'échantillon Y se distingue de l'échantillon X principalement par la présence du stolon interne dans la thèque G_{1a}.

HYDRORHIZES
(fig. 31)

De nombreux échantillons plus ou moins fragmentaires, en général ramifiés, mais sans thèques nettement individualisées, semblent correspondre à des fragments d'hydrorhizes de différents Hydroïdes. Ils con-

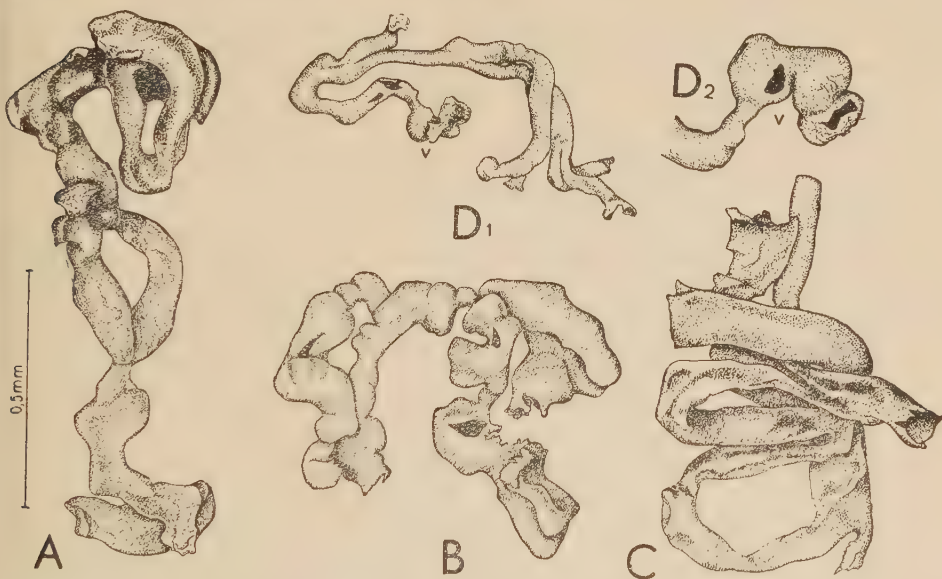


Fig. 31. — *A-D* différents fragments d'hydrorhizes; D_2 vésicule trilobée á l'extrémité proximale de l'échantillon D_1.

sistent en tubes chitineux de diamètre variable, tordus et contournés d'une façon irrégulière. Ces tubes communiquent entre eux sans diaphragmes.

Un de ces échantillons (fig. 31 D_1 et D_2) semble correspondre à la partie initiale de l'hydrosome. Il consiste en tubes minces et commence par une vésicule divisée par des étranglements en trois parties, communiquant librement entre elles.

L'interprétation exacte de semblables échantillons dont je me limite à donner quelques illustrations, ne sera possible qu'en présence de matériaux plus complets.

Laboratoire de Paléozoologie
de l'Académie Polonaise des Sciences
et de l'Université de Varsovie
Warszawa, mars 1959

BIBLIOGRAPHIE

ALLMAN, G. J. 1883 et 1888. Report on the Hydroida dredged by H. M. S. „Challenger" during the years 1873—76. — *Rep. Sci. Res. Voyage H. M. S. „Challenger"*, **7** (1883), p. 55; **23** (1888), p. 69, 70 et 90, London.

BROCH, H. 1924. Hydroida. *In:* Kükenthal, W. Handbuch der Zoologie, **1**, 422—458, Berlin-Leipzig.

— 1928. Hydrozoen. *In:* Die Tierwelt Deutschlands, **4**, 97—160, Jena.

CHAPMAN, F. 1919. On some Hydroid remains of Lower Palaeozoic age from Monegeeta near Lancefield. — *Proc. Roy. Soc. Victoria*, N. S. **31**, 2, 388—393, Melbourne.

CHAPMAN F. & SKEATS, E. W. 1919. Fossil Hydroid remains, V. On the discovery of fossil Hydroid remains of the order Calyptoblastea in the Palaeozoic of Victoria, Australia. — *Geol. Mag.*, **66**, p. 550, London.

CHAPMAN, F. & THOMAS, D. E. 1936. The Cambrian Hydroida of the Heathcote and Monegeeta Districts. — *Proc. Roy. Soc. Victoria*, **48**, 2, 193-212, Melbourne.

DECKER, CH. E. 1947. Additional graptolites and hydrozoans-like fossils from Big Canvon, Oklahoma. — *J. Paleont.*, **21**, 2, 124-130, Menasha.

— 1948. A new species of hydrozoan from the Athens shale of Virginia. — *Ibidem*, **22**, 4, 528-529.

— 1952. A new Hydrozoan from the Devonian of Michigan. — *Ibidem*, **26**, 4, 656-658.

DELAGE, Y. & HÉROUARD, E. 1901. Traité de Zoologie Concrète. Les Coelentérés. Paris.

EISENACK, A. 1931. Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs, I. — *Palaeont. Ztschr.*, **13**, 1/2, 25-76, Berlin.

— 1932. Neue Mikrofossilien des Baltischen Silurs, II. — *Ibidem*, **14**, 4, 257—277.

— 1935. Mikrofossilien aus Doggergeschieben Ostpreussens. — *Ztschr. Geschiebeforsch.*, **11**, 4, 167-184, Berlin.

— 1937. Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs, IV. — *Palaeont. Ztschr.*, **19**, 3/4, 217-243, Berlin.

HILL, D. & WELLS, J. W. 1956. Hydrozoa. *In:* Treatise on Invertebrate Paleontology, F, 67-106, Lawrence.

HINCKS, TH. 1868. A history of the British Hydroid zoophytes. LXVIII+338, London.

HOWELL, B. F. 1949, New Hydrozoan etc. from the Ordovician Schenectady Formation of New York. — *Wagner Free Inst. Sci.*, **24**, 1, 1-8, Philadelphia.

HYMAN, L. H. 1940. The Invertebrates, 1. New York-London.

KLATSCH, H. 1884. Beiträge zur genaueren Kenntniss der Campanularien. — *Morphol. Jb.*, **9**, 534-596, Leipzig.

KUDELIN, N. V. 1914. Faune de la Russie, 2, 2, 139-526, Petrograd.
LINKO, A. K. 1911. Faune de la Russie, 1, XLVIII+250, St. Petersbourg.
— 1912. Faune de la Russie, 2, 1, 1-138, St. Petersbourg.
THOMAS, D. E. & Henderson, Q. J. 1944 (1945). Some fossils from the Dundas Series, Dundas. — *Pap. Proc. Roy. Soc. Tasmania.*

ROMAN KOZŁOWSKI

HYDROIDY ORDOWICKIE O SZKIELECIE CHITYNOWYM

Streszczenie

W pracy tej opisano szkielety chitynowe hydroidów wypreparowane kwasami z wapiennych głazów narzutowych wieku ordowickiego. Szczątki hydroidów są w głazach ordowickich o wiele rzadsze niż szczątki graptolitów, na ogół znacznie drobniejsze i delikatniejsze. Opisane tu materiały, chociaż skromne, gromadzone były przez dziesięć lat.

Hydroidy o szkielecie chitynowym, mniej lub bardziej zbliżone do współczesnych Athecata i Thecaphora, były dotychczas w stanie kopalnym prawie nie znane. Różne szczątki chitynowe, jakie opisano z osadów paleozoicznych zaliczając je do Hydroida, w większej swej części należały, zdaniem autora, do graptolitów. Tylko pewne nieliczne szczątki opisane przez A. Eisenacka mogą być zaliczone do tej grupy jamochłonów.

W pracy niniejszej opisano 22 gatunki, które zaliczono do 15 rodzajów. Z tego 11 rodzajów i 19 gatunków wprowadzone są jako nowe dla nauki.

Badane okazy są zwykle fragmentaryczne, reprezentowane przez kawałki hydrozomów. Hydroteki, utworzone przez bardzo cienką błonkę chitynową, są z reguły źle zachowane, silnie pomarszczone i pogniecione. Pomimo tego u niektórych form udało się zbadać najdrobniejsze szczegóły, a zwłaszcza budowę nader swoistych diafragm, jakie nie są znane u hydroidów współczesnych. Udało się również stwierdzić istnienie u pewnych form dymorfizmu lub nawet trymorfizmu tekalnego. W przypadkach dymorfizmu jeden typ teki odpowiada najprawdopodobniej hydrotece, a drugi — gonotece. Rozstrzygnięcie jednak, która teka do jakiej kategorii należy, jest raczej kłopotliwe ze względu na duże różnice istniejące między hydroidami ordowickimi a współczesnymi. W przypadku trymorfizmu, prócz hydrotek ma się najprawdopodobniej do czynienia z dwiema kategoriami gonotek: żeńskimi i męskimi.

Na podstawie zbadanych materiałów nie da się na ogół przeprowadzić ściślejszych porównań między hydroidami ordowickimi a współczesnymi. Chociaż większa część opisanych form zbliża się raczej do Thecaphora, niektóre mogłyby repre-

zentować Athecata. W wielu przypadkach ma się do czynienia prawdopodobnie z przedstawicielami grup wygasłych, dzisiaj nieznanych.

Należy żywić nadzieję, że poszukiwania systematyczne hydroidów w utworach różnego wieku geologicznego dostarczą w przyszłości licznych i ciekawych danych, dotyczących historii tej grupy jamochłonów, dotychczas prawie nie zbadanej.

Poniżej podajemy krótkie diagnozy nowych rodzajów, opisy zaś nowych gatunków znajdzie czytelnik w tekście francuskim.

Rodzaj *Trimerohydra* n. gen.

Na każdym węźle hydrozomu osadzone są dwie gałązki, a między nimi jedna hydroteka na długiej nóżce. U podstawy hydroteki oraz na końcu każdej gałązki znajduje się beczułkowaty człon z dwiema diafragmami.

2 gatunki. Genotyp: *Trimerohydra glabra* n. sp.

Rodzaj *Calyxhydra* n. gen.

Hydrozom rozgałęziający się dychotomicznie. Hydroteki stożkowate opatrzone nóżką, bez diafragmy.

3 gatunki. Genotyp: *Calyxhydra gemellithecata* n. sp.

Rodzaj *Flexihydra* n. gen.

Hydrozom o tekach powyginanych, ugrupowanych po dwie lub po trzy, rzadziej pojedynczo. Hydroteki połączone z gałązką za pośrednictwem bardzo krótkich i cienkich nóżek. Gałązki połączone między sobą podobnymi nóżkami.

Genotyp i jedyny gatunek: *Flexihydra undulata* n. sp.

Rodzaj *Desmohydra* n. gen.

Hydrozom złożony z gałązek mniej lub bardziej powyginanych. Hydroteki rurkowate, długie, połączone z gałązką za pośrednictwem bardzo krótkiej nóżki, lub bezpośrednio zwężonym końcem proksymalnym. Każda hydroteka złożona z części proksymalnej, przyrośniętej swą ścianą do gałązki, i z części dystalnej, swobodnej.

2 gatunki. Genotyp: *Desmohydra flexuosa* n. sp.

Rodzaj *Epallohydra* n. gen.

Hydrozom płożący się. Hydroteki rurkowate, powyginane, tej samej średnicy co gałązki, złożone z części proksymalnej przyrośniętej do gałązki i z części dystalnej swobodnej. Połączenie hydroteki z kanałem gałązki bez nóżki ani przewężenia.

Genotyp i jedyny gatunek: *Epallohydra adhaerens* n. sp.

Rodzaj *Rhabdohydra* n. gen.

Gałązki proste, sztywne. Hydroteki rurkowate, cienkie, na ogół przyczepione do łopatkowato rozszerzonych węzłów, grupami po trzy.

Genotyp i jedyny gatunek: *Rhabdohydra tridens* n. sp.

Rodzaj *Phragmohydra* n. gen.

Hydroteki rurkowate, długie, opatrzone u podstawy członem w formie banieczki z grubą szyjką, która przenika do podstawy hydroteki.

Genotyp i jedyny gatunek: *Phragmohydra articulata* n. sp.

Rodzaj *Diplohydra* n. gen.

Teki dwu kategorii ugrupowane parami na każdym węźle i rozmaicie z sobą połączone.

4 gatunki. Genotyp: *Diplohydra longithecata* n. sp.

Rodzaj *Lagenohydra* n. gen.

Dymorfizm tekalny bardzo zaakcentowany: na każdym węźle po dwie teki, jedna przyczepiona bezpośrednio do węzła, kształtu banieczki z długą rurkowatą szyjką, druga przyczepiona do banieczkowatej części pierwszej. Obie opatrzone u podstawy okrągłym członem z szyjką.

Genotyp i jedyny gatunek: *Lagenohydra phragmata* n. sp.

Rodzaj *Xenohydra* n. gen.

Gałązki grube, proste, o ścianach przebitych okrągłymi otworkami. Pod każdym otworkiem znajduje się dwupłatowy krótki wyrostek.

Genotyp i jedyny gatunek: *Xenohydra labiata* n. sp.

Rodzaj *Kystodendron* n. gen.

Cienkie rozgałęzione stolony, na których przyczepione są, za pośrednictwem cienkich nóżek, cylindryczne, często nieregularne teki. Teki na końcu dystalnym zamknięte lub opatrzone krótkim stolonem, na którym osadzona jest druga podobna teka.

Genotyp i jedyny gatunek: *Kystodendron longicarpus* (Eisenack).

Poza tymi rodzajami wyróżniono i opisano 6 różnych form przypuszczalnych gonotek oraz fragmenty hydroryz.

OBJAŚNIENIA DO ILUSTRACJI

Fig. 1 (p. 218)

Trimerohydra glabra n. sp. A_1, A_2 holotyp; *B* częściowa rekonstrukcja.

Fig. 2 (p. 220)

Trimerohydra annulata n. sp. A_1, A_2 holotyp widziany z dwu stron; *B* część podstawowa jednej teki z widoczną diafragmą.

Fig. 3 (p. 221)

Calyxhydra gemellithecata n. sp. A_1 holotyp; A_2 schematyczna rekonstrukcja.

Fig. 4 (p. 222)

Calyxhydra gemellithecata n. sp. A_1 paratyp: A_2 schematyczna rekonstrukcja; A_3 teki węzła 2, widziane od przeciwnej strony.

Fig. 5 (p. 223)

Calyxhydra constricta n. sp. A_1 holotyp widziany w świetle przechodzącym; A_2 schematyczna rekonstrukcja; *a*, *b* dwa przewężenia, z nich jedno z przegrodami.

Fig. 6 (p. 224)

Calyxhydra irregularis n. sp. A_1 holotyp; A_2 schematyczna rekonstrukcja; *B* paratyp.

Fig. 7 (p. 226)

Flexihydra undulata n. sp. A_1, B_1 kotypy; C_1 dodatkowy okaz; A_2, B_2 i C_2 schematyczne rekonstrukcje powyższych okazów.

Fig. 8 (p. 228)

Desmohydra flexuosa n. sp. A_1 holotyp; A_2 schematyczna rekonstrukcja; *B* i *C* paratypy; szczegółowe objaśnienia w tekście francuskim.

Fig. 9 (p. 229)

Desmohydra zigzag n. sp. A_1 holotyp; A_2 schematyczna rekonstrukcja; szczegółowe objaśnienia w tekście francuskim.

Fig. 10 (p. 231)

Epallohydra adhaerens n. sp. *A* holotyp; *B* gałązka rozwidlona.

Fig. 11 (p. 231)

Cylindrotheca subtilis n. sp. *A*, *B* kotypy; *C* paratyp.

Fig. 12 (p. 233)

Palaeotuba polycephala Eisenack; fragment gałązki z 9 tekami.

Fig. 13 (p. 234)

Palaeotuba dichotoma n. sp., holotyp.

Fig. 14 (p. 237)

Rhabdohydra tridens n. sp. *A* holotyp; B_1, B_2 zakończenie gałązki widziane z dwu stron; *C* normalna grupa trzech tek; *D* grupa czterech tek; *E* gałązka anormalna o tekach pojedynczych; *F* gałązka anormalna o tekach pojedynczych nieregularnie rozmieszczonych; *G* gałązka regenerująca z dwiema tekami; *H* dwie teki anormalnie umieszczone, przy czym jedna podwójnej grubości.

Fig. 15 (p. 239)

Phragmophora articulata n. sp. A_1 holotyp; A_2 diafragma teki 2; A_3 nóżka z diafragmą teki 3; B_1 paratyp z zachowaną jedną teką (*t*); B_2 część dolna tego okazu widziana w świetle przechodzącym od strony przeciwnej: *a* i *x* dwa odcinki fragmentarycznej gałązki.

Fig. 16 (p. 241)

Diplohydra longithecata n. sp. A_1 holotyp; A_2 teki węzła 4, widziane w świetle przechodzącym.

Fig. 17 (p. 242)

Diplohydra micropedunculata n. sp. A_1 holotyp; A_2 schematyczna rekonstrukcja.

Fig. 18 (p. 243)

Diplohydra solida n. sp. A_1 holotyp; A_2 teki *a* i *b* węzła 1, widziane od strony przeciwnej; *B* paratyp.

Fig. 19 (p. 244)

? Diplohydra solida n. sp. A_1 część początkowa hydrozomu; A_2 schematyczna rekonstrukcja; *ve* pęcherzyk zewnętrzny, *vi* pęcherzyk wewnętrzny, *a*, *b* rurki biorące początek w pęcherzyku wewnętrznym.

Fig. 20 (p. 246)

Diplohydra gonothecata n. sp. A_1 holotyp; A_2 schematyczna rekonstrukcja tek węzła 3; B_1 paratyp; B_2 teki węzła 2, widziane w świetle przechodzącym od strony przeciwnej; *g* skupienie chityny wewnątrz teki b_2; B_3 część terminalna gałązki B_1, widziana od przeciwnej strony; B_4 schematyczna rekonstrukcja tej części.

Fig. 21 (p. 247)

Diplohydra gonothecata n. sp. A_1 paratyp; A_2 część dolna paratypu widziana z przeciwnej strony; A_3 schematyczna rekonstrukcja.

Fig. 22 (p. 248)

Lagenohydra phragmata n. sp. A_1 holotyp; A_2 teka węzła 6, widziana z przeciwnej strony; A_3 schematyczna rekonstrukcja pary tek.

Fig. 23 (p. 250)

Xenohydra labiata n. sp. *A* holotyp; B_1 paratyp; B_2 górny wyrostek dwupłatowy paratypu widziany z góry.

Fig. 24 (p. 252)

Kystodendron longicarpus (Eisenack): A_1 gałązka z czterema tekami; A_2 nóżka teki *a*; A_3 nóżka teki *b*; B_1 gałązka z dwiema tekami; B_2 nóżka teki *a*; B_3 nóżka teki *b*; C_1 fragment gałązki z jedną teką; C_2 nóżka tej teki; C_3 stolon terminalny członowany tej teki; D_1 teka z fragmentem następnej teki; D_2 tenże fragment z widoczną diafragmą.

Fig. 25 (p. 254)

Chitinodendron bacciferum Eisenack: *A-C* trzy okazy fragmentaryczne.

Fig. 26 (p. 255)

Gonotheca Forma A: A_1 stolon rozwidlony z dwiema gonotekami; A_2 rysunek schematyczny tego okazu; S_1 i S_2 stolony; A_3 gonoteka *a* widziana w świetle przechodzącym, z widoczną rurką wewnętrzną (*t*).

Fig. 27 (p. 256)

Gonotheca Forma A: A_1 stolon rozwidlony z gonoteką; A_2 połączenie gonoteki ze stolonem.

Fig. 28 (p. 256)

Gonotheca Forma B: stolon z dwiema gonotekami, górna z fragmentami błonki zewnętrznej.

Fig. 29 (p. 257)

Gonotheca Forma C — trzy gonoteki (*A-C*); *Gonotheca Forma D* — dwie gonoteki (*D, E*); *Gonotheca Forma E* — jedna gonoteka (*F*).

Fig. 30 (p. 259)

Gonotheca Forma F: A_1 zespół trzech małych gonotek (g_1-g_3) i dwóch dużych (G_1, G_2); A_2 część proksymalna okazu A_1 widziana od strony przeciwnej; A_3 część końcowa okazu A_1; B_1 zespół kilku gonotek dużych (*G*) i małych (*g*); B_2 część proksymalna tego samego okazu widziana od strony przeciwnej, po części w świetle przechodzącym, z widoczną przegrodą i stolonem wewnętrznym (*si*); B_3 nóżka członowana między tekami G_2 i G_3 okazu B_1.

Fig. 31 (p. 261)

A-D różne fragmenty hydroryz; D_2 pęcherzyk trójpłatowy na końcu proksymalnym okazu D_1.

РОМАН КОЗЛОВСКИ

ОРДОВИКСКИЕ ГИДРОИДЫ С ХИТИНОВЫМ СКЕЛЕТОМ

Резюме

В настоящей работе дано описание хитиновых скелетов гидроидов, отпрепарированных кислотами из известняковых валунов ордовикского возраста. Остатки гидроидов встречаются в ордовикских валунах значительно реже чем граптолиты, и в общем более мелкие и нежные. Описанный тут материал, хотя небольшой, нужно было копить в течение 10 лет.

Ископаемые гидроиды с хитиновым скелетом, более или менее близкие современным Athecata и Thecaphora, были до настоящего времени почти неизвестны. Большинство хитиновых остатков из палеозойских отложений, отнесенных к Hydroida, принадлежит, по мнению автора, граптолитам. Только некоторые, немногочисленные остатки, описанные Аизенаком (A. Eisenack), могут быть отнесены к этой группе кишечнополостных.

В настоящей работе описаны 22 вида отнесенные к 15 родам. Среди них 11 родов и 19 видов являются новыми для науки.

Изученные образцы по большей части фрагментарны и состоят из кусков гидросомы. Гидротеки, образованные из очень тонкой хитиновой пленки, как правило очень плохой сохранности, сильно сморщены и смяты.

Несмотря на это, у некоторых форм удалось исследовать самые мельчайшие подробности, а в особенности строение неизвестных у современных гидроидов своеобразных диафрагм. В некоторых случаях можно также было установить наличие диморфизма, а даже триморфизма тек. В случаях диморфизма один из типов тек соответствует несомненно гидротекам, а другой — гонотекам. Однако ввиду больших различий между современными и ордовикскими гидроидами, отнесение отдельных типов тек к определенным категориям весьма затруднительно. В случае триморфизма, кроме гидротек, имеем дело по всей вероятности с двумя категориями гонотек: женскими и мужскими.

Более подробное сравнение ордовикских гидроидов с современными на основании исследованного материала не представляется возможным. Хотя большинство описанных форм близко скорее Thecaphora, некоторые из них могли бы принадлежать и к Athecata. Во многих случаях имеем повидимому дело с формами принадлежащими к ныне неизвестным, вымершим группам.

Можно надеяться, что систематические поиски гидроидов в отложениях разного геологического возраста дадут в будущем многочисленные и интересные данные, касающиеся истории до сих пор еще не исследованной этой группы кишечнополостных.

Ниже приводим короткие диагнозы новых родов. Описание новых видов найдет читатель во французском тексте.

Род *Trimerohydra* n. gen.

На каждом узле гидросомы находятся две веточки, а между ними одна гидротека на длинной ножке. У основания гидротеки и на конце каждой ветки находится бочонкообразный член с двумя диафрагмами.

2 вида. Генотип: *Trimerohydra glabra* n. sp.

Род *Calyxhydra* n. gen.

Гидросома разветвляется дихотомически. Гидротеки конусообразные с ножкой, без диафрагмы.

3 вида. Генотип: *Calyxhydra gemellithecata* n. sp.

Род *Flexihydra* n. gen.

Гидросома с изогнутыми теками, собранными по две или по три, реже одиночными. Гидротеки соединены с веткой посредством очень коротких и тонких ножек. Ветки соединяются между собой такими же ножками.

Генотип и единственный вид: *Flexihydra undulata* n. sp.

Род *Desmohydra* n. gen.

Гидросома состоит из более или менее изогнутых веток. Гидротеки трубкообразные, длинные, соединенные с веткой короткой ножкой, или непосредственно — суженным проксимальным концом. Каждая гидротека состоит из проксимальной части, приросшей своей стенкой к ветке, и из свободной части дистальной.

2 вида. Генотип: *Desmohydra flexuosa* n. sp.

Род *Epallohydra* n. gen.

Гидросома ползучая. Гидротеки трубкообразные, изогнутые, такого же диаметра как и ветки, состоящие из части проксимальной, приросшей к ветке, и свободной дистальной. Соединение гидротеки с каналом ветки без ножки и без сужения.

Генотип и единственный вид: *Rhabdohydra tridens* n. sp.

Род *Rhabdohydra* n. gen.

Ветки прямые, жесткие. Гидротеки трубкообразные, тонкие, по большей части прикрепленные к лопатообразно расширенным узлам, группами по три.

Генотип и единственный вид: *Rhabdohydra tridens* n. sp.

Род *Phragmohydra* n. gen.

Гидротеки трубкообразные, длинные, снабженные у основания членом в виде пузырька с толстой шейкой, которая проникает в основание гидротеки.

Генотип и единственный вид: *Phragmohydra articulata* n. sp.

Род *Diplohydra* n. gen.

Теки двух категорий сгруппированы попарно на каждом узле и разным способом соединены друг с другом.

4 вида. Генотип: *Diplohydra longithecata* n. sp.

Род *Lagenohydra* n. gen.

Сильно выраженный диморфизм тек: на каждом узле две теки, одна пузыревидная, с длинной, трубкообразной шейкой, прикреплена непосредственно к узлу, другая — на пузыревидной части первой теки. Обе снабжены у основания круглым членом с шейкой.

Генотип и единственный вид: *Lagenohydra phragmata* n. sp.

Род *Xenohydra* n. gen.

Ветки толстые, прямые, со стенками пронизанными маленькими, круглыми отверстиями. Под каждым отверстием находится короткий, двулопастный отросток.

Генотип и единственный вид: *Xenohydra labiata* n. sp.

Род *Kystodendron* n. gen.

Тонкий, ветвистый столон, на котором прикреплены тонкими ножками цилиндрические, часто нерегулярные теки. Теки закрыты на дистальном конце и снабжены коротким столоном, на котором сидит вторая такая же тека.

Генотип и единственный вид: *Kystodendron longicarpus* (Eisenack).

Кроме этих родов, выделено и описано 6 разных форм предположительных гонотек и фрагменты гидрориз.

A C T A P A L A E O N T O L O G I C A P O L O N I C A
Vol. IV 1 9 5 9 No. 3

ROMAN KOZŁOWSKI

UN MICROFOSSILE ÉNIGMATIQUE

Sommaire. — Sous le nom de *Clistrocystis graptolithophilius* n. gen. n. sp. l'auteur décrit un curieux microfossile chitineux ordovicien, ayant la forme d'un cadenas. Ses individus sont attachés toujours sur les rameaux de *Mastigograptus* sp.

INTRODUCTION

Parmi les menus fossiles chitineux qu'on arrive à isoler en dissolvant dans l'acide les calcaires paléozoïques, fréquentes sont les formes dont, pour le moment, il n'est pas possible de fixer l'appartenance systématique. Ces organismes ont été assemblés par Eisenack (1931) sous le nom de Chitinozoa.

Dans le présent article je signale un nouveau représentant de ces organismes se distinguant par une morphologie et une écologie très particulières. Le fossile en question a été extrait d'un galet erratique (No. 0.181) recueilli à Mochty, environ 40 km au NO de Varsovie. Le galet consiste en un calcaire gris clair à grain assez grossier. Il a fourni en abondance des rhabdosomes du Graptolite *Mastigograptus* sp. On y a trouvé aussi un rhabdosome fragmentaire de *Gymnograptus* sp. et des spécimens de l'Hydroïde appartenant à *Rhabdohydra tridens* Kozł. (Kozłowski, 1959).

Des organismes mentionnés, seul *Gymnograptus* sp. a permis à A. Urbanek (1959) de fixer approximativement l'âge de la roche qui a fourni ces fossiles. Il s'agirait du Llanvirn supérieur ou du Llandeilo inférieur.

Les spécimens du microfossile décrit à continuation se présentent dans des conditions assez spéciales: ils sont fixés tous sur les rameaux de *Mastigograptus* sp. On en a trouvé en tout 21 exemplaires, attachés sur 7 rameaux. Leur nombre maximum sur un seul rameau était de 6.

Je propose de désigner ce microfossile sous le nom de *Clistrocystis graptolithophilius* n. gen. n. sp.

DESCRIPTION

L'organisme consiste en une vésicule chitineuse close, rappelant par sa forme un cadenas, car il comprend une partie vésiculeuse et une sorte

d'arceau. Avec ce dernier l'organisme embrasse le rameau du Graptolite. Le diamètre de l'orifice entre la vésicule et l'arceau correspond exactement au diamètre du rameau. Les individus particuliers du microfossile sont

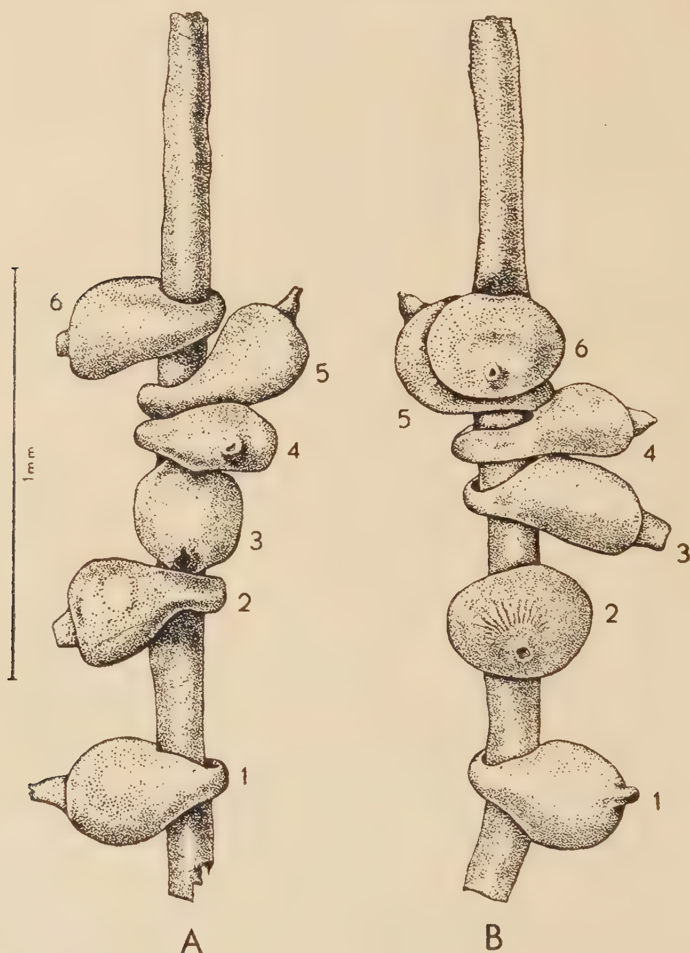


Fig. 1. — *A*, *B* fragment d'un rameau de *Mastigograptus* sp. avec, attachés sur lui, 6 individus de *Clistrocystis graptolithophilius* n. gen. n. sp., vu en deux positions.

comme enfilés sur le rameau. Ils n'y sont pas collés par la substance chitineuse, puisque parfois on arrive à les en retirer. Ainsi fut retiré l'exemplaire de la figure 2.

A l'extrémité opposée à l'arceau, où la vésicule est un peu aplatie ou déprimée, s'élève un petit col conique. Au sommet du col se trouve un miniscule pore (ca. 10 μ) bouché par la substance chitineuse. Quand le

sommet même du col est cassé, ce qui est fréquent, on y peut apercevoir un orifice plus grand.

Les individus particuliers ont en principe la même forme, mais sont plus ou moins renflés, tantôt symétriques, tantôt plus ou moins gauchis. Leur forme dépend en grande partie de la densité du groupement des spécimens. Les individus éloignés l'un de l'autre sont en général renflés et symétriques, tandis que ceux qui sont appliqués étroitement l'un à l'autre sont le plus souvent aplatis et différemment courbés.

La surface de la plupart d'exemplaires est lisse, luisante, noire de jais. Sur certains individus, illuminés obliquement, on peut apercevoir de fines costules qui irradient de la base du col, s'étendent jusqu'au plus grand diamètre de la vésicule et s'y éteignent. La surface de l'arceau est lisse.

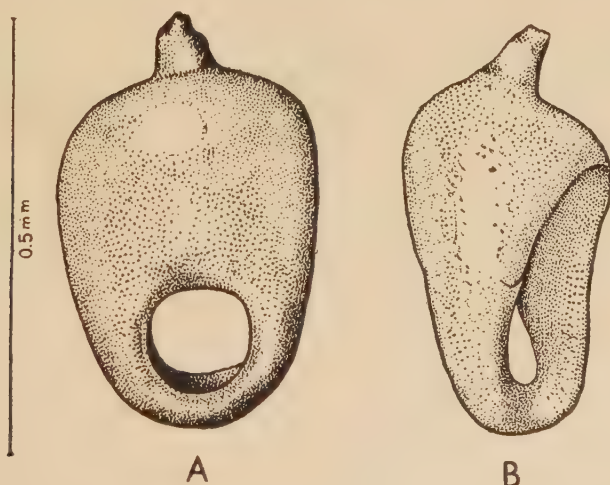


Fig. 2. — *A, B* un individu de *Clistrocystis graptolithophilius* n. gen. n. sp., retiré du rameau de *Mastigograptus* sp., vu en deux positions.

Un échantillon a été coupé, ce qui a permis de constater que la vésicule était vide, la surface intérieure de la paroi était lisse et luisante, comme l'est la surface extérieure. La cavité de la vésicule se continue dans l'arceau par un étroit canal. La paroi est d'environ 15 μ d'épaisseur. Les essais de décoloration de la chitine n'ont donné aucun résultat; la paroi est restée noire, opaque.

INTERPRÉTATION

Les organismes décrits, ayant des parois chitineuses rigides, n'ont pu se fixer sur le rameau du Graptolite qu'au stade quand leur corps était mou, dépourvu de carapace. C'était un organisme nageant librement. Après

s'être attachée au rameau, la partie basilaire de son corps a dû s'étendre autour de celui-ci, formant un anneau. Ce n'est qu'après cela que l'organisme a excrété à sa surface la couche de chitine qui l'a complètement enfermé.

Il est évident que dans cet état il ne pouvait pas s'agir d'un organisme fonctionnant normalement, car il ne communiquait pas avec l'extérieur. On est conduit, par conséquent, à admettre qu'on a là à faire à un organisme temporairement enkysté.

Il ne semble pas que ces kystes aient pu avoir quelque chose de commun avec les Graptolites. Leurs parois, à l'opposé de celles des Graptolites, sont formées d'une chitine anhiste. Le rapport de l'organisme enkysté au Graptolite était plutôt fortuit, le Graptolite constituant une base commode à sa fixation.

Différents invertébrés aquatiques se renferment dans des kystes pour survivre à des conditions momentanément défavorables (Flagellés, Ciliés, Rotifères). Souvent aussi une capsule chitineuse constitue l'enveloppe de l'oeuf. Mais *Clistrocystis graptolithophilius* ne rappelle pas de kystes d'aucun animal récent.

Pour le moment, il n'est pas donc possible d'établir la position taxonomique de ce fossile. En le décrivant, je désire d'attirer sur lui l'attention des micropaléontologistes, afin qu'on cherche pour lui une interprétation adéquate.

Laboratoire de Paléozoologie
de l'Académie Polonaise des Sciences
et de l'Université de Varsovie,
Warszawa, juin 1959

BIBLIOGRAPHIE

EISENACK, A. 1931. Neue Mikrofossilien des baltischen Silurs. I. — *Palaeont. Ztschr.*, 13, 74-118, Berlin.

KOZŁOWSKI, R. 1959. Les Hydroïdes ordoviciens à squelette chitineux (Hydroidy ordowickie o szkielecie chitynowym). — *Acta Palaeont. Pol.*, **4**, 3, 209—271, Warszawa.

URBANEK, A. 1959. Studies on graptolites. II: On the development and structure of graptolite genus Gymnograptus Bulman (Badania nad graptolitami. II: O rozwoju i budowie graptolitów z rodzaju Gymnograptus). — *Ibidem*, **4**, 3, 279—338,

ROMAN KOZŁOWSKI

ZAGADKOWA MIKROSKAMIENIAŁOŚĆ

Streszczenie

Autor podaje opis drobnego organizmu chitynowego, wytrawionego z ordowickiego głazu narzutowego. Osobniki tego niezwykłego organizmu, mającego kształt kłódki, osiadłe są na gałązkach graptolita *Mastigograptus* sp. Są to zapewne cysty jakiegoś nie dającego się na razie ustalić zwierzęcia. Oznaczono go nazwą *Clistrocystis graptolithophilius* n. gen. n. sp.

OBJAŚNIENIA DO ILUSTRACJI

Fig. 1 (p. 274)

A, B fragment gałązki *Mastigograptus* sp. z osiadłymi na nim 6 osobnikami *Clistrocystis graptolithophilius* n. gen. n. sp., widziany z dwu stron.

Fig. 2 (p. 275)

A, B pojedynczy osobnik *Clistrocystis graptolithophilius* n. gen. n. sp. ściągnięty z gałązki *Mastigograptus* sp., widziany z dwu stron.

РОМАН КОЗЛОВСКИ

ЗАГАДОЧНАЯ МИКРООКАМЕНЕЛОСТЬ

Резюме

Автор описывает мелкий хитиновый организм, отпрепарированный соляной кислотой из ордовикского известнякового валуна. Экземпляры этого необычного организма. в форме висячего замка, прикреплены на ветках граптолита *Mastigograptus* sp. Это вероятно кисты какого-то животного, систематическое положение которого пока неизвестно. Автор назвал его *Clistrocystis graptolithophilius* n. gen. n. sp.

A C T A P A L A E O N T O L O G I C A P O L O N I C A

Vol. IV 1 9 5 9 No. 3

ADAM URBANEK

STUDIES ON GRAPTOLITES

II. ON THE DEVELOPMENT AND STRUCTURE OF GRAPTOLITE GENUS *GYMNOGRAPTUS* BULMAN *

Abstract. — This paper describes the astogeny and structure of *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg) and *G. retioloides* (Wiman) and also the structure of *Gymnograptus* sp. The material has been etched from erratic boulders of Scandinavian origin, which are of Middle Ordovician age. The systematic position of the genus *Gymnograptus* is discussed.

INTRODUCTION

The here described material was etched by chemical treatment, from five Ordovician erratics, by Professor Roman Kozłowski, Head of the Palaeozoological Laboratory of the Polish Academy of Sciences and of the Warsaw University. It was subsequently handed over to the writer to be studied. The most sincere thanks are here expressed to Professor Kozłowski for entrusting the writer with these valuable fossils, and for the helpful advice and criticism during work on the present paper.

While describing this material the writer kept up a constant correspondence with Dr. V. Jaanusson of Uppsala who was kind enough to send numerous explanations and data concerning the age and morphology of the studied forms. Dr. Jaanusson's remarks and suggestions proved very helpful. The most cordial thanks are here conveyed to him for the holotype of *Gymnograptus retioloides* sent on loan from the collections of the Paleontologiska Institution in Uppsala.

The writer also feels greatly indebted to Professor O. M. B. Bulman of Cambridge and to Dr. I. Strachan of Birmingham who courteously sent replies to all inquiries made during the preparation of the present paper.

* I. Development and structure of *Pristiograptus gotlandicus* (Perner) — see *Acta Palaeont. Pol.*, vol. IV/1, 1959.

Thanks are also due to Dr. H. Mutvei of Stockholm and Dr. J. Kulczycki of Warsaw for the loan of comparative specimens of *Gymnograptus linnarssoni* from the collections of Naturhistoriska Riksmuseet in Stockholm.

The writer also thanks Mrs. K. Budzyńska for the inking of his pencil drawings, Miss M. Czarnocka and Miss L. Łuszczewska for the photography, and Mrs. J. Humnicka for the English translation of the present paper.

The described and figured specimens are housed in the Palaeozoological Laboratory of the Polish Academy of Sciences and of the Warsaw University.

DESCRIPTIONS

Family **Lasiograptidae** Bulman, 1955[1]

Genus *Gymnograptus* Bulman, 1953

(Genoholotype: *Diplogratus linnarssoni* Moberg, 1896)

Into this genus, so far held as monotypic, *Climacograptus retioloides* Wiman and the form here described as *Gymnograptus* sp. are included by the writer on the structure of thecae. *Gymnograptus* sp. is close to *Lasiograptus retusus* Lapworth which also seems to belong to genus *Gymnograptus* Bulman.

Gymnograptus linnarssoni (Moberg)

(pl. I, fig. 1, 2; text-pl. I; text-fig, 1-12)

1896. *Diplograptus linnarssoni* Moberg; J. C. Moberg, Geologisk Vägvisare..., p. 17, fig. a-c (footnote).
1913. *Diplograptus linnarssoni* Tullb.; A. Hadding, Undre Dicellograptusskiffern..., p. 48, 49, pl. 3, fig. 13, 14.
1951. *Diplograptus linnarssoni* (Tullberg); J. E. Hede, Boring through Middle Ordovician..., p. 59, pl. 3, fig. 3.
1953. *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg); O. M. B. Bulman, Some graptolites..., p. 515-517, pl. 2, fig. 17-22, text-fig. 4.
1954. *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg); V. Jaanusson & I. Strachan, Correlation of Scandinavian..., p. 686, text-fig. 1. For further references — V. Jaanusson, Graptoloids from Ontikan and Viruan limestones (Ordov.) of Estonia and Sweden (in print).

---

[1] For a similar taxonomic unit A. T. Mu used, prior to Bulman, the name Hallograptidae ("On the evolution and classification of Graptoloids", 1950, Ti-chih-lun-Ping, 15, 4-6, p. 182, in Chinese). The name introduced by Mu is probably unknown to most graptolitologists and hence the present writer retains here Bulman's name which is commonly known and better defined.

Material

Specimens etched from two Ordovician erratic boulders by Professor R. Kozłowski who found them on the seashore at Jarosławiec (the Baltic coast, western Pomerania); these boulders are labelled 0.94 and 0.96.

Boulder 0.94 is an organogenic limestone of light ashy colour, made up of minute shell fragments, probably mainly of brachiopods, also of less abundant echinoderms. The limestone does not contain glauconite. It has yielded one proximal end with thecae 1-2 of both series; one more distal part probably belonging to the central portion of the rhabdosome; a fragment of metasicula with the beginning of th 1^1 and with the bud opening of th 1^2; some fragmentary siculae representing a part of prosicula and the beginning of metasicula. This boulder also contained remains, by Professor Kozłowski identified as: *Rhabdohydra tridens* Kozł. (Hydroida), moreover *Mastigograptus* sp., Hystrichosphaeridae, *Ordovicina* sp. (Foraminifera).

Boulder 0.96 is a limestone with somewhat darker colouration than boulder 0.94. It is likewise made up of shell detritus, and contains no glauconite, but numerous pyrite grains. It has yielded one proximal part with 5 thecae and sicula.

In neither of the two boulders is the described graptolite accompanied by other index graptolites or by shelly fauna.

The state of preservation is on the whole very satisfactory. The periderm is but slightly carbonized, somewhat incrusted by pyrite and readily discolouring to an orange hue. Walls of thecae partly damaged, but by suitable combination of fragmentary specimens it has been possible to analyse the essential structural features.

General characters

A biserial graptolite with thecae displaying slight ventral excavation. Proximal thecae approaching the lasiograptid type, the distal nearly orthograptid. Two first thecae lacking apertural processes, the remaining provided with branching, bi- or trifurcated subapertural spines varying in shape. Sicula with virgella and a dorsal spine. Clathrium well developed; periderm attenuated but not reduced. Ontogeny diplograptid, the 4 or 5 first thecae alternating, the remaining probably forming two independent thecal series, but without signs of peridermal median septum.

The here described specimens seem to be conspecific with forms described by Bulman (1953) as *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg). Our specimens apparently differ only in the degree of mutual overlap of thecae and stronger curvature of virgella. These differences are most probably without any taxonomic significance.

Development

Prosicular fragment unknown in any sicula. Fig. 4 shows the preserved prosicular part of sicula concealed by thecae, not permitting to determine the length of the prosicula.

Sicula nearly straight, entire length approx. 1.30 mm. In the apertural part the metasicula strongly expanded, attaining a width of approx. 0.40 mm.

As is shown in fig. 1, virgella sets in at a distance of approx. 0.20 mm from the prosicular aperture (by alternation of fuselli on the zigzag ventral suture). It forms a relatively broad list with traces of spiral coiling in the free part. In a mature metasicula virgella is more or less arcuately curved, measuring approx. 0.32-0.50 mm. The curvature of virgella is subsequently

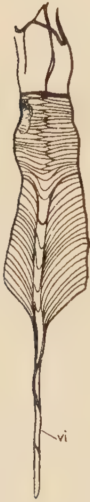


Fig. 1. —*Gymnograptus linnarssoni* (Moberg), young metasicula with preserved fragment of prosicula, *vi* virgella; ca. × 62 (boulder 0.94).

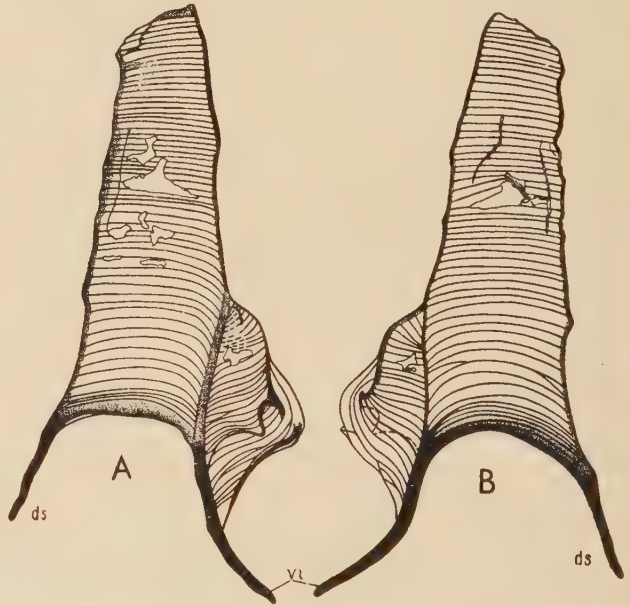


Fig. 2. — *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg), metasicula with initial bud and foramen for theca 1^2, *A* reverse side, **B** obverse side; ca × 62 (boulder 0.94).

used by th 1^1 which follows the virgella curvature and then grows upwards. The free part of virgella gives the semblance of an apertural spine and strongly protrudes beyond the theca.

Metasicula is also provided with a dorsal spine. In mature metasiculae this spine often attains a length of approx. 0.40 mm (fig. 2 *A*, *B*), but is often broken off (fig. 4). Bulman's figure of 0.60 mm, stated for the width

of the metasicular aperture, is probably misleading. This is namely (0.70 mm in our specimens) the distance from the base of the dorsal spine to the separation of virgella from wall of th 1^1, while the actual width of the metasicular aperture is approx. 0.40 mm.

The sicula is placed obliquely, at an angle of approx. 160°, to the axis of virgella.

Budding of thecae 1^1 and 1^2. — The next stage of development is represented in specimen shown in fig. 2 *A*, *B*. We can there observe protheca 1^1 and the mode of budding of th 1^2. The initial bud is formed at a distance of approx. 0.25 mm from the metasicular aperture, probably not the definitive one in this specimen. The foramen here is probably initiated by a perforation or resorption. This is suggested by the course of

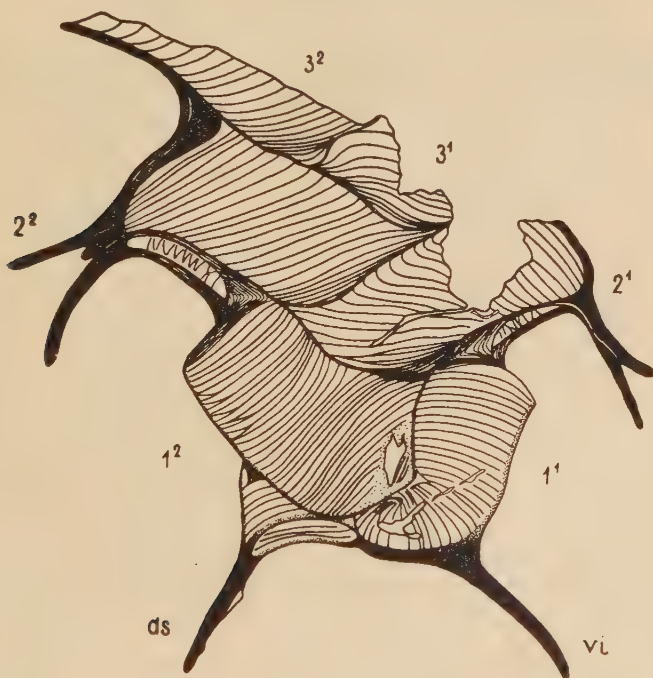


Fig. 3. — *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg), fusellar structure of proximal part of rhabdosome, reverse side, *vi* virgella, *ds* dorsal spine; ca × 50 (boulder 0.94).

metasicular fuselli in the vicinity of the foramen. At some distance from the beginning of protheca 1^1 a notch is formed within its right wall corresponding to the aperture of bud 1^2. At the same level, in the left wall of protheca, a shield-like expansion with arcuately curved fuselli is formed.

As is shown by specimens in fig. 3 and 4, with further growth th 1^1

is rather abruptly curved into the shape of the letter J, and agrees in its basal part with the arched curvature of virgella. The arcuately curved prothecal fuselli fill in on the obverse side the geniculate inner concavity of the virgella. Theca 1^1 lacks the true spine whose semblance is given by the virgella extending from the base of that theca. The ventral surface of th 1^1 has a slight curvature and resembles th 1^1 observed in many climacograptids.

The mode of budding in th 1^2 is seen in fig. 3, and still better so in fig. 4. On the reverse side thin fuselli are superimposed in the "knee" angle of th 1^1. They indicate that the growth of th 1^2 is immediately

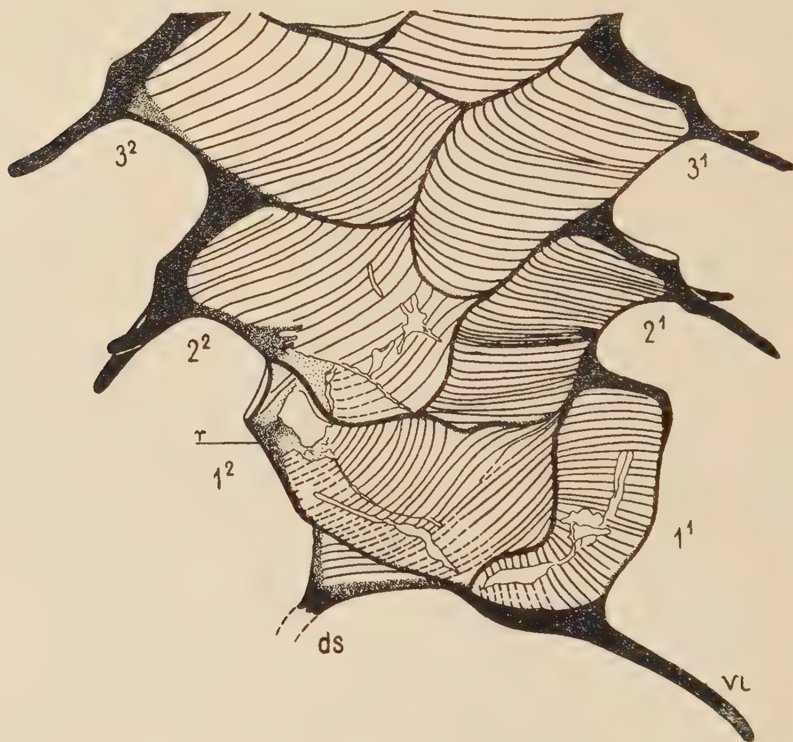


Fig. 4. — *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg), fusellar structure of proximal part of rhabdosome, reverse side; *vi* virgella, *ds* dorsal spine, *r* probably regenerated part of thecal wall; ca. × 50 (boulder 0.96).

directed upwards, at an angle of about 55° to the axis of virgula. Initially the fuselli are stretched somewhat arcuately, and correspond to the prothecal segment, subsequently the fusellar systems divide to produce metatheca 1^2 and protheca 2^1.

Theca 1^2, similarly as th 1^1, lacks the apertural spine. A rather small

protuberance of th 1^2, by Bulman (1953, fig. 4A, pl. 2, fig. 17) interpreted as the spinal base, may possibly be an artefact (see also photograph in fig. 1, p. 687, Jaanusson & Strachan, 1954).

Budding of thecae 2^1 and 2^2. — Theca 2^1 buds from th 1^2. This is suggested by the analysis of the course of fuselli (fig. 3-5) and the direct



Fig. 5. — *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg), fusellar structure of proximal part of rhabdosome, obverse side. Specimen, magnification and explanations — as in fig. 4.

communication of the interiors of these thecae through an aperture with thickened margin observable in specimen fig. 6*A*. The first fuselli form in the angle between the margin of th 1^1 and protheca 1^2. In one specimen they are notably thinner than the next ones. Gradually they fill in the triangular recess between thecae 1^1 and 1^2. This area is probably the equivalent of protheca 2^1. Then follows the formation of metatheca provided with a paired subapertural spine. On the ventral side occur strongly thickened pleural lists, prolongating then the thickened parietal lists of th 1^1. These lists fuse with the base of the subapertural spines.

The relations between th 2^1 and th 2^2 require a more detailed description. The fusellar systems of the two thecae are quite independent.

On the reverse side the thecae are limited by a conspicuous thickened list. Nowhere here do we observe intercalations, i. e. wedging in of fuselli of either theca, as is the case in many diplograptids with an aseptal, alternating type of development. On the other hand, however, thecae are strongly obliquely placed to the rhabdosome axis and overlap each other to a considerable extent. The ends of thecae produce a kind of triangular wedge, slightly penetrating into the opposite series of thecae. This might suggest an aseptal alternating type of development. Thus, an analysis of the fusellar structure does not clearly elucidate whether th 2^2 was borne by th 2^1. The solution of this problem calls for an examination of the internal communication between th 2^1 and th 2^2. This is discernible in a transparent and properly oriented specimen in fig. 6*A*. The interrelations of these thecae are diagrammatically shown in fig. 6, 7. The thecae here communicate on the reverse side only, since on the obverse side they do not touch and are separated by a fragment of the free portion of the sicula. In this specimen we may note that the lower part of the distal margin of th 2^1 is provided with a thickened list, slightly protruding inwards. The list forms a large opening probably indicating the way of the budding zooid of th 2^2 when separating from zooid 2^1.

Budding of thecae 3^1 and 3^2. — As previously, the interrelation of the fusellar systems of the two thecae do not clearly indicate their mode of budding (fig. 3, 4). An examination of the connections between the internal cavities of these thecae seems to suggest that they were the first thecae initiating two independent thecal series.

Yet the origin of theca 3^1 is somewhat uncertain. Between the internal cavities of thecae 2^1, 2^2 and 3^1 exists a broad opening, rimmed by thickened list somewhat protruding inwards (comp. fig. 6*A* and 7). This list may be considered as an incomplete, vestigial median septum, which does not occur between further thecae. This opening is broad enough to provide a passage for buds of th 2^2 and th 3^1. It is somewhat difficult to decide whether th 3^1 is borne immediately by th 2^1 — as in the "*teretiusculus*" stage or buds at a small distance from it, from the base of th 2^2 — as in the "*diplacanthus*" stage. The former possibility is suggested by the presence of a small notch in the upper part of opening which may serve for immediate thecal communication between th 2^1 and th 3^1. On the other hand, taking into account the rather advanced mode of budding in the preceding thecae, it is also possible that the bud of th 3^1 is borne at the base of th 2^2. These two possibilities are marked in fig. 8 (the first possibility — by broken lines, the second — by continuous lines).

After examining these two possibilities the present writer is inclined to think that in any case the mode of budding here is somewhat more advanced that in true "*teretiusculus*" conditions (bud of th 3^1 is very close

to th 2^2) and perhaps somewhat less advanced than in the true *"diplacanthus"* stage (budding point of th 3^1 somewhat lower). The most objective description of these conditions would therefore be "bud of th 3^1 borne at the base of th 2^2".

Theca 3^2 buds from th 2^2 through a foramen (shown in diagram) rimmed by the abapertural ring. This rather suggests a direct

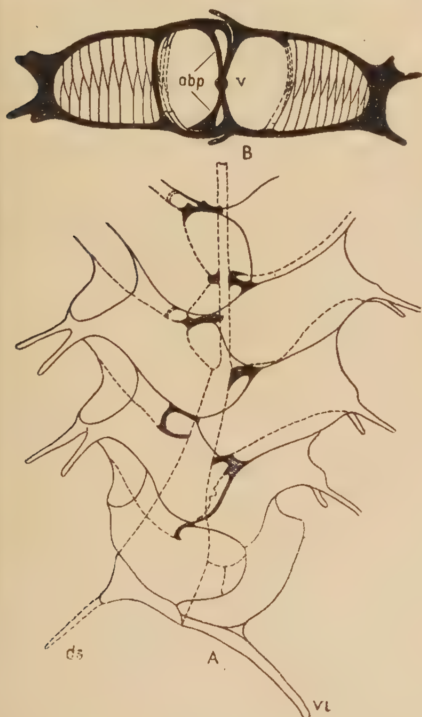


Fig. 6. — Diagram showing borders of thecae and mutual relations of thecae and virgula in *Gymnograptus linnarssoni: A* proximal part of rhabdosome, reverse side; *B* idealized top view of rhabdosome showing relation of virgula to interthecal septa. Borders of thecae visible on opposite side of rhabdosome marked by broken lines; *v* virgula, *abp* abapertural ring, ca. × 25.

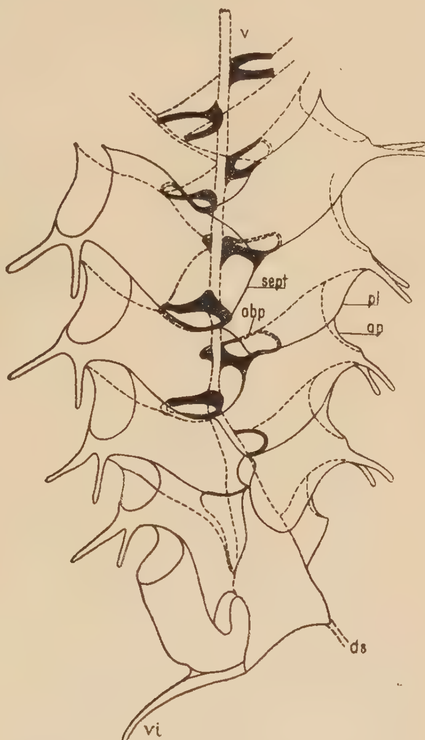


Fig. 7. — Diagram showing borders of thecae and mutual relations of thecae and virgula in *Gymnograptus linnarssoni*, obverse side. Borders of thecae visible on opposite side of rhabdosome marked by broken lines; *v* virgula, *abp* abapertural ring, *ap* apertural list, *pl* pleural lists, *sept* septal lists; ca. × 25.

communication of these thecae, similarly as in the septal part of the rhabdosome in many diplograptids.

On the obverse side the walls of th 3^1 and th 3^2 are in contact, enclosing the sicula whose free, visible portion is approx. 0.80 mm.

Budding of the remaining thecae of the rhabdosome. — This is not easily determined with any certainty since *Gymnograptus linnarssoni*

apparently represents a rather peculiar type, unknown in literature available to the writer.

He supposes that, beginning with th 3^1 and th 3^2, the development of the rhabdosome rather resembles the septal type (fig. 7). There is, however, no typical septum, i.e. fusellar wall separating the two series of thecae, such as are described in *Climacograptus scharenbergi* (Bulman, 1932*a*) or *Gymnograptus retioloides* in the present paper. The virgula is attached to the parietal lists of thecae by thick peridermal rods, U-shaped, with the opening towards the thecae. These rods perfectly correspond to the incomplete abapertural rings noted in many of the septal forms (fig. 7). We must hence suppose that, similarly as in *Gymnograptus* sp. (see p. 322) described here below, the rod closing up the hollow of the "U" and constituting the edge of the interthecal septum must have been thin and, therefore, destroyed in most cases. It has persisted in th 2^2 only of specimen in fig. 4 and 5, also on one theca of specimen in fig. 9. These facts suggest that *Gymnograptus linnarssoni* is a form whose further development of rhabdosome is of the septal type. The fusellar wall of the septum, however, has disappeared completely, without leaving even a vestigial rib as the one preserved on the obverse side in *Cephalograptus* (Törnquist, 1897, *fide* Bulman, 1932*c*).



Fig. 8. — Reconstruction of probable mode of development of *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg).

The relations in adjacent thecae, absence of the median septum wall excepted, correspond to those noted in septal forms. This is shown by structure of interthecal septum. The interthecal septum is not completely preserved in any of the directly examined thecae; still a close analysis of the edges of the abapertural rods suggests that the septum was started at some distance from the virgula, leaving a free opening for the direct interthecal communication in the two series (fig. 6, 7). In aseptal forms the interthecal septum wall mostly reaches the virgula; its margin is fused with the virgula, so that the adjacent thecae of the particular series are completely separated (comp. *Orthograptus gracilis;* Bulman, 1932*a*, p. 27, fig 14b; *Climacograptus typicalis;* Bulman, 1932*b*, p. 4-6, fig. 2b). In cases where the virgula is not fused directly with the margin of the interthecal septum, it is attached to the lateral rhabdosome walls by short side processes (Cox'es "rods of attachment"; comp. *Climacograptus* (= *Amplexograptus?*) *inuiti;* Cox, 1933, p. 16, fig. 27). Such structures are regular and

their position suggests, as Cox supposes, that they are vestigial abapertural rings. On the other hand, relations noted in *Gymnograptus linnarssoni* fully correspond to those in septal forms: the arrangement of rods is regular while their position agrees with that of the abapertural rings. Moreover, the absence of fusellar intercalations, so characteristic of many aseptal forms (comp. *Orthograptus gracilis, O. apiculatus, Diplograptus leptotheca, Climacograptus* (= *Amplexograptus?*) *inuiti, Diplograptus* cf. *Amplexograptus maxwelli*) suggests that, beginning with th 3^1 and th 3^2, the development of *Gymnograptus linnarssoni* agrees with the septal type.

The lack of the peridermal septal wall is most likely secondary. It is difficult to determine whether its absence is due to inadequate state of preservation. On the whole, however, the thecal periderm is satisfactorily preserved so that it does not suggest accidental destruction of the median septum periderm as an adequate interpretation of its absence. Should this not be so, at least some minute fragments of the periderm would have been preserved on margins of the virgula and of the rods. As it is, these margins are perfectly smooth in all examined specimens, not bearing traces of fusellar periderm. We cannot, however, a priori exclude this possibility, particularly so in view of the very bad state of preservation of the median septum periderm in many specimens of climacograptids. This is observable in numerous specimens of *Climacograptus scharenbergi,* etched from various erratic boulders, which the writer could examine in the collection of Professor Kozłowski. Occasionally, the margins of virgula and of the abapertural rings are extremely smooth. A particularly interesting example is presented in *Climacograptus* sp., etched from the "Schroeteri" Limestone in the island of Öland (loc. Seby) as shown on pl. I, fig. 4. It represents a fragment of the median septum periderm falling out from the thicker peridermal rods enclosing it, so to say "in statu nascendi". The remaining margins will probably have been quite smooth. In such cases, however, a part of thecae retain some traces of the median septum periderm; the falling out of the septum not even leaving vestiges does not seem very likely, independently of the state of preservation.

Much more probable is a conception suggesting that in *Gymnograptus linnarssoni* the peridermal membrane had been reduced during phylogeny. The two thecal series, though budding independently, would not then be separated one from the other by the median septum owing to the disappearance of the peridermal wall. The actual occurrence of such a process is reasonably suggested by the presence in *Gymnograptus* sp. (comp. fig. 18*B*) of a membraneous, strongly attenuated periderm of the median septum. This will be explained by a tendency of the periderm in *Gymnograptus* to attenuation and reduction. This process might actually

have begun with the reduction of the median septum. Hence on this evidence we may postulate that:

1) the median septum may have disappeared owing to the reduction of the periderm throughout the septal length;

2) the absence of the peridermal median septum is not always associated with alternating budding, but may occur in septal forms in which the median septum had been subjected to secondary reduction.

So far it was accepted that the reduction of the median septum consists in its progressive abbreviation with simultaneous prolongation of that part of the rhabdosome, where thecal budding is alternating. Morphological data indicate the existence in diplograptids of evolutionary trends characterized by gradual abbreviation of median septum and retardation of its formation (as described by Bulman, 1932*c*, 1936, 1947). This process has been with great lucidity demonstrated by Davies (1929) and more recently by Waern (1948) on a number of forms collected from successive strata. Davies has proved the occurrence of numerous mutations in the evolutionary series of *Glyptograptus persculptus* and *Climacograptus scalaris* from the Upper Ordovician and Lower Silurian in Great Britain. These mutations represent the gradual abbreviation stages of the median septum, and the elongation of part of the rhabdosome with the alternating mode of thecal budding. Waern has confirmed Davies' data for *Climacograptus scalaris* on material from Vestergötland, Kinnekulle. He very thoroughly studied this process which is of undoubt occurrence.

On the base of the above considerations, however, the reduction of the median septum owing to the complete atrophy of the periderm seems probable along with septal reduction through the progressive abbreviation associated with the gradual elongation of the proximal part which displays thecal alternation. The former process is most likely connected with the general tendency to the disappearance of fusellar periderm and may be restricted to graptolite lines displaying this tendency (Lasiograptidae, Retiolitidae).

Virgula and "cryptoseptum"

In *Gymnograptus linnarssoni* the virgula is a relatively strong rod, obliquely placed to the sicula at an angle of approx. 160°. Owing to scarcity of material the writer has not been able to study its microstructure.

Virgula (comp. p. 288) is attached to the rhabdosome walls by incomplete abapertural rings. The general spacing pattern and attachment mode are shown in fig. 6*A* and 7. The relation of the virgula to the interthecal septum of thecae is given in fig. 6*B*, in which the somewhat

idealized relations of two successive interthecal septa are given. The term "*cryptoseptum*" is proposed by the writer for the peculiar type of structure of the median septum with peridermal rods arranged as in septal forms, associated with a lack of the peridermal septal membrane. The presence of two independent rows of thecae, accompanied by absence of the peridermal membrane of the median septum, may be regarded as a major feature "of the cryptoseptal type of development". However, a recognition of this hypothesis calls for more copious material that that available to the writer.

Comparison of development of Gymnograptus linnarssoni with that of other diplogratids

A study of the astogeny of this form, made on material etched from rocks, essentially confirms Bulman's data (1953, p. 516, fig. 4C), based on a careful analysis of forms preserved in relief on the surface of rocks. A comparison of data thus obtained, pertaining to the development of *Gymnograptus linnarssoni*, indicates the diplograptid type of development (fig. 8). This essentially corresponds to the septal type where the first 4 or 5 thecae alternate, while the remaining ones produce two independent thecal series without the peridermal median septum. Th 2^1 or 2^2 gives rise to theca 3^1 (comp. p. 286). If we disregard the lack of median septum, the mode of budding of the first 4 thecae of the rhabdosome exhibits closest analogies with that of *Climacograptus brevis* described by Bulman (1947, p. 62-65, fig. 33 A-C). These resemblances do not concern the general character only, but also some details: mode of budding of th 1^1 is very similar, also the "hood-like shield" produced at the level of the initial bud is likewise noteworthy. Growth direction of th 1^1 corresponds to that noted in *Gymnograptus linnarssoni*, but details of fusellar structure in proximal thecae differ.

The development of *Gymnograptus linnarssoni* differs from that in *G. retioloides* in many respects. Some details of the mode of budding in the first 3 thecae are completely different (comp. fig. 8 and 13), particularly so in th 1^2 and th 2^1. Another difference is the presence in *G. retioloides* of the typical septum which distinctly separates the astogenies of these two species. The astogenetic differences here, however, are not probably more marked than in representatives of many other graptolite genera (comp. p. 326).

Structure of thecae

The fusellar periderm seems somewhat attenuated and thinner than in typical diplograptids. The cortical layer must have been particularly fine, as is shown by the readily discernible fusellar lines. The proximal

end of the rhabdosome is on the whole slightly darker than the more distal portion, and this would suggest the presence of a secondary thickening of the periderm.

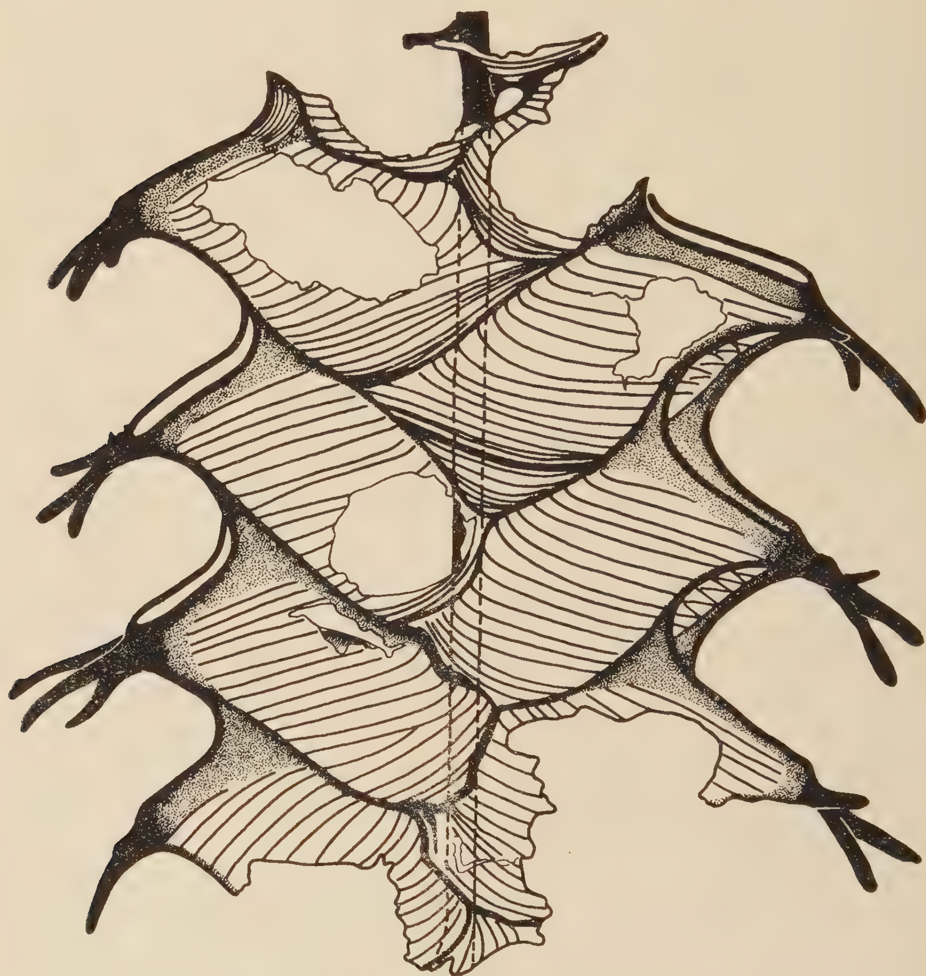


Fig. 9. — *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg), more distal part of rhabdosome, lateral view; ca. × 50 (boulder 0.94).

At definite parts of the theca the periderm produces localized thickenings in the form of lists which are a kind of framework for the theca and remind us of conditions in lasiograptids. These thickenings have a laminated structure and are made up of numerous very fine layers of peridermal substance. The bases of apertural processes and the spines themselves exhibit distinctly fusellar structure.

The first 2 thecae of the rhabdosome in *G. linnarssoni* are slightly hooked, being thus nearly climacograptid. They are without spines.

Thereafter the shape of proximal thecae (fig. 3-5) notably resembles the appearance of thecae in lasiograptids, particularly so in shape of apertural region and in position of subapertural processes. The apertural margin, however, is here so to say suspended owing to the presence of secondary structures of the type of angular fuselli. Details of these structures are well shown in fig. 3. They consist of numerous extremely thin growth bands filling in the excavation angle between the apertural margin and the walls of the following theca. In *Gymnograptus retioloides* this corner is filled in by fewer and notably wider angular fuselli of triangular shape (comp. text-pl. VI, fig. 4).

The processes in these thecae are distinctly subapertural, bifurcating at the base or bearing secondary side processes.

The more distal thecae (fig. 9, 10) do not to any considerable extent differ from the more proximal ones. Their excavation, however, is less strongly marked, giving them an appearance of the orthograptid type of thecae. Truly distal thecae, however, are not represented in our material to judge from the width of the preserved part of the rhabdosome. This is

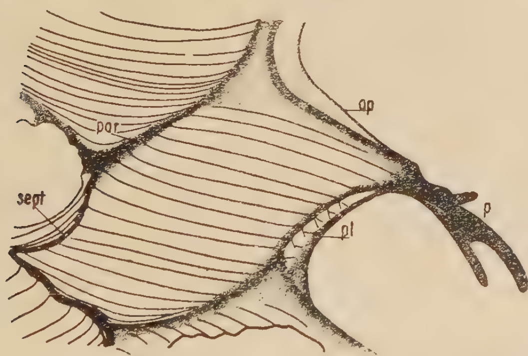


Fig. 10. — *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg), fusellar structure of a more distal theca, specimen — as fig. 9 and pl. I, fig. 2; *ap* apertural list, *p* subapertural process, *par* parietal list, *pl* pleural list, *sept* septal list; ca. × 58 (boulder 0.94).

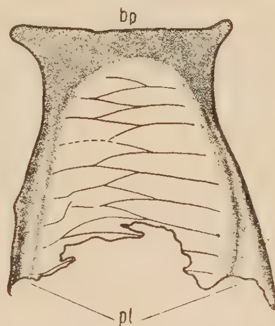


Fig. 11. — *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg), fusellar structure of ventral wall of theca; *bp* base of subapertural processes, *pl* pleural lists; ca × 92 (boulder 0.96).

approx. 1.70 mm, the maximum rhabdosome width in *G. linnarssoni*, after Bulman, being 2.5 mm. Thecae of this median part are inclined to the axis of the rhabdosome at an angle of approx. 50-55°.

The fusellar structure of thecae is shown in fig. 9 and 10. The theca is formed by the superimposition of fuselli in the corner between two adjacent thecae. At the base it forms a widening passing into the opposite series, owing to which there is strong thecal overlapping. The ventral wall,

more or less excavated, is flat, rimmed by two pleural lists with a median zigzag suture (fig. 11).

Measurement data contained in tables 1 and 2 are given to illustrate the development of the rhabdosome.

Table 1

Gymnograptus linnarssoni (Moberg)
Width of rhabdosome, without processes (in mm)

Between thecae	Width
1^1-1^2	1.08
2^1-2^2	1.32
3^1-3^2	1.60
4^1-4^2	1.72
5^1-5^2	ca. 1.84 (damaged)

Thickening of thecal margins. — Margins of thecae are in *G. linnarssoni* rimmed by thickened lists, forming the "clathrium" which is a peridermal framework consisting of strengthening rods.

Table 2

Gymnograptus linnarssoni (Moberg)
Distance of apertures of adjacent thecae (in mm)

Series and thecae	Distance
I. 1-2	0.40
2-3	0.40
3-4	0.56
4-5	ca. 0.60 (damaged)
II. 1-2	0.40
2-3	0.44
3-4	0.56
4-5	0.56

A typical theca (fig. 10) exhibiting the structure of the septal portion of the rhabdosome, is with a clathrium consisting of (comp. fig. 6, 7): 1) apertural list (*ap*), connected with the thickened base of the subapertural process; 2) abapertural ring here incomplete, in the shape of a horse-shoe or of the letter U (*abp*); 3) pleural lists (*pl*); 4) parietal lists (*par*) prolonged into pleural lists of the following theca and fused with the abapertural

ring of the theca; 5) additional septal lists (*sept*), less thickened than those previously mentioned and with strongly zigzag course.

The borders of the first 3 proximal thecae are also thickened. Ventral and parietal lists are present on thecae 1^1 and 1^2. Strong septal lists are marked between th 1^1 and th 2^1, also between th 2^1 and th 2^2. On the reverse side, between th 2^1 and th 2^2 they form a broad list arcuately protruding into the interior of the rhabdosome (fig. 6*A*). The edges of this list are strongly thickened. It leaves sufficient space for the bud (comp. p. 286). It may be interpreted as the vestigial median septum.

Structure of subapertural processes. — In all the examined specimens the spines occur below the apertural margin and are, therefore, reasonably called subapertural. However, in agreement with Bulman's opinion (Bulman, 1953, p. 516), they probably become truly apertural in distal thecae. A diagrammatic drawing of the onset of a spine in a young theca is given in fig. 12. It shows that the spine has a fusellar structure and that its base is formed by the superimposition of wide fuselli. The following spines are formed similarly by the superimposition of arcuately curved fuselli onto the base of the process.

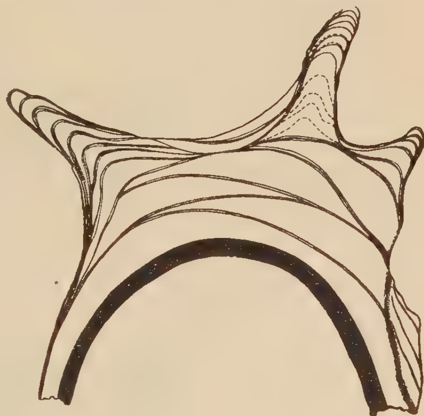


Fig. 12. — *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg), fusellar structure of basal part of a subapertural process, simplified, reconstructed parts marked by broken lines; ca. × 116 (boulder 0.94).

Thecae 1^1 and 1^2 are not provided with spines (comp. p. 284). In the following thecae spines are paired, i. e. they are as a rule bifurcated (text-pl. I, fig. 2, 3). One of the rhabdosomes (fig. 4, 5) has the first 5 thecae of each series provided with uniform bifurcated spines; in another rhabdosome a smaller third "budding" spine occurred in addition to two normally developed ones. The more distal fragment exhibits a great variability in the shape of spines, as is shown in text-pl. I, fig. 4-8.

Great variability in the shape of spines and the various number of their bifurcations seems to be a characteristic feature of the studied species. This supposition is confirmed by the information of Dr. V. Jaanusson, who has sent the present writer the following remarks regarding his specimens: "The subapertural spines of *Gymnograptus linnarssoni* are commonly median and single, but curiously enough, in all specimens some of the proximal spines are bifurcated. This bifurcation does not appear to be a consistent feature: it may be present in some thecae of one row of

Text-Pl. I



Gymnograptus linnarssoni (Moberg), variation in the shape of subapertural processes; *1-3* in proximal thecae: *1* free part of virgella, *2, 3* processes in thecae 2^1 and 2^2; *4-8* in distal thecae: *4* onset of a subapertural process; ca. × 76 (boulders 0.94 and 0.96).

thecae. Further, the shape of the bifurcated processes is highly variable, from a blunt process on the side of the otherwise normally developed median spine to a pair of spines of about equal length. As a rule, the bifurcation affects only a few thecae in each rhabdosome" *(in litt.).*

During the astogeny, the spines on processes in the examined specimens increase from 0.30 to approx. 0.40 mm in length.

Stratigraphic range and geographic distribution

Gymnograptus linnarssoni is known from Middle Ordovician strata of Baltoscandia and from Scandinavian erratic bouldes collected in Poland.

In Sweden it has been recorded from Scania (the Fågelsång district, A. Hadding, 1913; J. E. Hede, 1951). Hede has studied its stratigraphic range on samples of bore cores, determining the *Diplograptus linnarssoni* horizon (Lower *Dicellograptus* shales) as has also been ascertained by Tullberg. He has described this species in a rich faunal association (Hede, 1951, s. 58-60) proving that it passes into the higher "*Climacograptus putillus*" horizon (= *Climacograptus putillus* Hadding, non Hall = *Cl. haddingi* Glimberg). In this horizon this form is still fairly abundant. Hence, it seems more correct, following Jaanusson and Strachan (1954, p. 689), to regard *Gymnograptus linnarssoni* as a characteristic fossil for the *Glossograptus hincksi* subzone, and for the lower part of the *Climacograptus haddingi* subzone in Scania, i.e. for the lower part of the *Glyptograptus teretiusculus* zone (the lowermost Llandeilo s. str.). The stratigraphic range of this species is similar in the remaining areas of Baltoscandia.

According to Jaanusson (1959, in print), outside of Scania this species occurs inter alii in Vestergötland, in the Siljan and the South Bothnian districts, also in erratic boulders with an ostracod fauna, suggesting the Uhaku Stage (= *Cl. haddingi* subzone), as well as in boreholes in the island of Gotland.

In Norway this species is recorded from outcrops in the Oslo district. In Jaanusson's opinion, specimens described by Bulman (1953) seem to come from the same area and would thus correspond to the $4a\alpha_4$ — *Trinucleus bronni* beds, equivalent to the *Cl. haddingi* subzone.

In Esthonia this form has been found (Öpik, 1927, 1928; Jaanusson & Strachan, 1954) in the vicinity of Tallinn, Lasnamägi, in the Uhaku Stage horizons (equivalent of *Cl. haddingi* subzone), lately also in the somewhat lower Lasna Stage horizons, an equivalent of the *Glossograptus hincksi* subzone (Obut, 1958, p. 14; Jaanusson, 1959, in print).

No index forms have been found in the fauna yielded by the here mentioned boulders which would provide supplementary data on their

stratigraphic and geographic origin. Most likely they were brought from Sweden, and "Crassicauda" or "Schroeteri" Limestone must have been their original matrix.

Gymnograptus retioloides (Wiman, 1895)

(pl. I, fig. 3; pl. II, fig. 1-7; text-pl. II-VII; text-fig. 13-17)

1895. *Climacograptus retioloides* Wiman; C. Wiman, Über die Graptoliten, p. 38, 39, pl. 9, fig. 4.
1908. *Climacograptus retioloides* Wiman; C. Wiman, Studien über das Nordbaltische Silurgebiet, p. 121 (no figure).

Material

The here described specimens have been etched from two Ordovician erratic boulders (0.26 and 0.31), collected by Professor M. Różkowska in Czerwonak, a suburb of Poznań. Both these boulders, lithologically identical, are probably fragments of a larger erratic which subsequently broke up into smaller ones.

Boulder 0.26, as well as 0.31, is an organogenic limestone of light ashy colouration, not containing glauconite. The limestone rock contains a small amount of clay substance and a scanty mineral residuum. A bituminous concentration has been observed on the surface of one of the fragments. One fragment yielded a trilobite pygidium, identified by Dr. V. Jaanusson (Uppsala) as *Pseudoasaphus* aff. *limatus* Jaan. Moreover, *Dendrograptus* sp., *Rhabdohydra tridens* Kozł. and *Epallohydra adhaerens* Kozł. have been etched from the same fragment.

Most specimens of *Gymnograptus retioloides* have been recovered from boulder 0.31. It also contains a shelly fauna of more closely indeterminate nautiloids and brachiopods. Of chitinous fossils the writer has encountered Scolecodonta, Chitinozoa, also some fragments of colonies of Hydrozoa described by Professor Kozłowski as *Diplohydra gonothecata* Kozł. and *Palaeotuba dichotoma* Kozł.

Moreover, both these boulders contain scanty remains of *Glyptograptus*; a proximal part of *Glyptograptus teretiusculus* (His.) has been etched from boulder 0.31.

The whole material available to the writer consisted of a score of prosiculae, one beautifully preserved sicula with the first theca, four rhabdosome fragments in the 3-4 thecae stage, seven proximal fragments in a satisfactory state of preservation, three of these nearly complete. Several rhabdosomes were flattened, with the periderm partly decomposed. The remaining ones, however, were exceptionally well preserved. The

periderm was not carbonized, coloured light brown, readily discolouring to an orange tint. It is somewhat incrusted by pyrite.

Diagnosis

Since Wiman's material consisted of one fragment of an uniserial distal part of the rhabdosome only, the main characters of this species are here given in the form of a diagnosis: A biserial graptolite with thecae, of the lasiograptid appearance. First 2 thecae provided with unpaired subapertural spines, the remaining ones with bifurcating subapertural processes in shape of a double loop. Clathrium well developed, periderm thin but not reduced. Diplograptid development of the septal type, with the first 5 thecae alternating.

Distribution. — Erratic boulders of Scandinavian origin. Original matrix probably "Crassicauda" Limestone or the lower "Ludibundus" Limestone of Middle Ordovician age. "In situ" unknown.

Generic position. — Wiman referred this form to genus *Climacograptus* Hall, but here it is provisionally placed in *Gymnograptus* Bulman, which probably better expresses its systematic position.

Gymnograptus retioloides has, so far, been described solely on a single and incomplete specimen, discovered by Wiman in 1892 (loc. Grisslehamn, Wäddö), hence its morphology had not been adequately investigated.

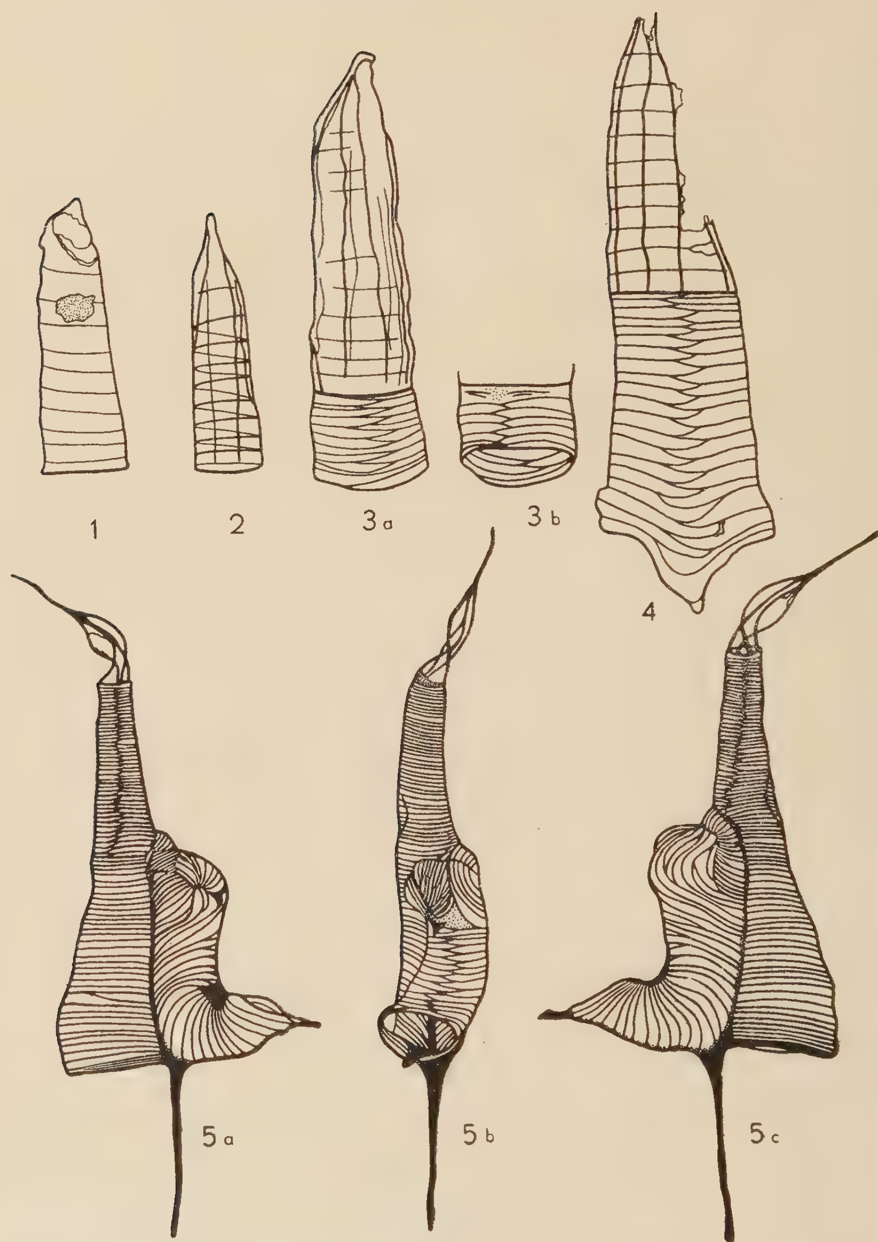
The here described specimens in structure and dimensions wholly correspond to the holotype; they differ in that the membranes of the subapertural spines were missing in Wiman's specimen, while its median septum was satisfactorily preserved.

Development

The rhabdosome originates with the prosicula whose length is 0.36-0.40 mm. In the earliest of the investigated stages (text-pl. II, fig. 1) the prosicula is provided with the helical line only. Its tip is damaged, hence its structure cannot be investigated. In a more advanced stage (text-pl. II, fig. 2) the prosicula is provided — besides the helical line — also with 4 longitudinal ribs. The tip of the prosicula is here present, but the nema has not developed yet, and the ribs do not apparently reach to the very tip. The prosicular aperture is approx. 0.08-0.12 mm in diameter. It is provided with a faintly marked apertural ring, missing in some of the other specimens.

The first fuselli of metasicula are shown in text-pl. II, fig. 3. The virgella which has been formed on the zigzag ventral suture owing to local thickening of fuselli (text-pl. II, fig. 4), originates at a distance of approx. 0.20-0.30 mm from the aperture of prosicula, the list becomes

Text-Pl. II



Gymnograptus retioloides (Wiman), development of sicula and budding of first theca: *1* prosicula without longitudinal threads, ca. × 95; *2* prosicula with longitudinal threads, ca. 95; *3* young metasicula visible from both sides (*a*, *b*), ca. × 125; *4* basal part of virgella, ca. × 145; *5* sicula with first theca, *a* reverse side, *b* ventral view, *c* obverse side, ca. × 47,5 (*1-3* boulder 0.26, *4-5* boulder 0.31).

more thickened at 0.40 mm from the prosicular aperture. The mature metasicula is in measured specimen approx. 1 mm long. The definite metasicular aperture is provided with the virgella only, the dorsal lappet or spine being here missing. The long apertural axis of metasicula is 0.24-0.28 mm. The virgella initially protrudes considerably beyond the apertural area, attaining a length of 0.50 mm. However, in most of the older rhabdosomes it is probably broken off, being only 0.25 mm long. The sicula is straight, with length ranging from 1.12 to 1.40 mm. The prosicula of older siculae is provided with strong virgula.

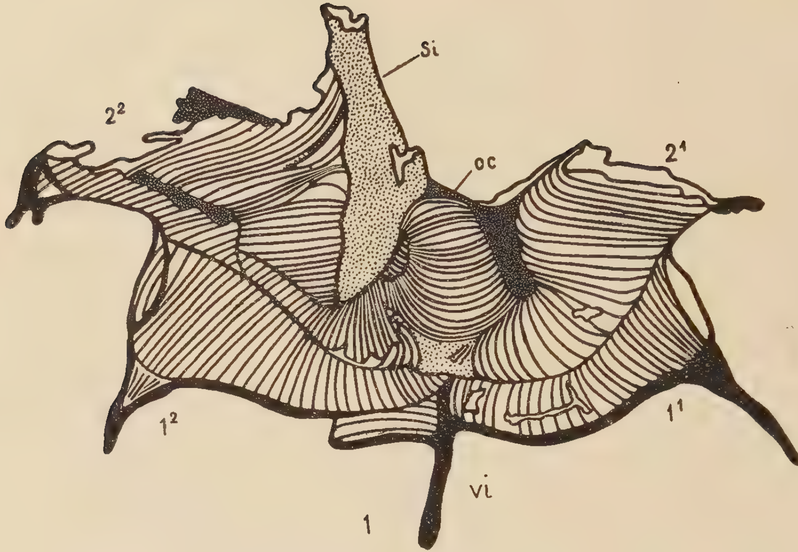
The sicula bearing the first theca of the rhabdosome (text-pl. II, fig. 5) is remarkable owing to the complete lack of the membraneous prosicular wall. The prosicula is represented by 4 longitudinal rods only, at the tip fused into the nema. This makes the relations here similar to those in the regenerative nema, described in many representatives of diplograptids and monograptids (Eisenack, 1941; Urbanek, 1953, 1958). Here, however, the disappearance of the membraneous prosicula cannot be explained by the old prosicula being broken off or damaged, since small fragments of the membrane have persisted near to the tip of prosicula. Hence, the nema here cannot be due to regeneration, while the disappearance of the membraneous wall of prosicula is probably due to resorption. Similar relations have been described by Bulman in specimens of *Cryptograptus bicornis* (Bulman, 1944, p. 30).

Subsequent stages of astogeny may be reconstructed by the analysis of a specimen figured in text-pl. II, fig. 5. Intermediate stages, filling up the gap between specimens in text-pl. II, fig. 4 and 5, were not available to the writer.

Budding of thecae 1^1 and 1^2. — The foramen of the initial bud is formed at some distance from the prosicula (approx. 0.40 mm) to the left of virgella. The arcuately curved fuselli form here a thin thecal tubule, gradually turning to the right and continuing to grow in the plane of symmetry. Further growth of th 1^1 is associated with simultaneous budding of th 1^2. In result the thecal tubule becomes strongly expanded by the superimposition of new notably thicker arcuately curved fuselli (text-pl. II, fig. 5c). A shield-like structure is produced at the budding point of th 1^2. On its one side th 1^1 continuing its growth, on the other side (the right) the initial part of th 1^2, laid down in the form of a dome (text-pl. II, fig.5 *a*, *b*).

Theca 1^1 grows from the very beginning in the direction of the metasicular aperture, down the metasicula wall and then abruptly curving at the level of the metasicular aperture. The proximal and distal portions of theca are here nearly vertical to one another, hence the letter "J" shape of theca. After some time an unpaired apertural spine is formed on the

Text-Pl. III





Gymnograptus retioloides (Wiman): 1, 2 budding of thecae 2^1 and 2^2, reverse side; *cc* crossing canal of theca 2^1, *si* sicula; ca. × 63 (boulder 0.31).

ventral wall of theca (comp. text-pl. VII, fig. 3) and then, with further growth of the aperture, occupies a subapertural position.

Theca 1^2 originates from a number of single fuselli which, over a short distance, are arranged in a pattern suggesting brief initial upward growth (text-pl. II, fig. 5*b*). The fuselli then form a zigzag suture, while the theca gently curves to the right and downwards abruptly to curve upwards on reaching the level of the metasicular aperture. It is, therefore, sigmoidal. This theca is likewise provided with an unpaired apertural spine (text-pl. VII, fig. 4).

The triangular area between the shield-like structure of the initial bud and thecae 1^1 and 1^2 is covered by structureless peridermal membrane (text-pl. II, fig. 5*b*).

Budding of thecae 2^1 and 2^2. — Subsequent budding of proximal thecae is shown on specimens in text-pl. III, fig. 1, 2. The rather small notch on the margin of the hood of th 1^2, discernible in specimen figured in text-pl. II, fig. 5*b*, probably corresponds to the opening for the crossing canal of thecae 2^1 and 2^2. The walls of this canal (*cc*) are made up of numerous minute fuselli. They are here particularly close spaced and arcuately stretch from the apertural margins on th 1^2 to the strong lateral thickenings, which have a nodular character (text-pl. III, fig. 1, 2). The shape of fuselli suggests that the crossing canal grows quite straight downwards to bifurcate after about 0.20 mm into laterally directed prothecae 2^1 and 2^2. On the whole, the crossing canal is in the shape of a helmet or hood. The free area between the fusellar edges of the crossing canal and those of prothecae 2^1 and 2^2 is filled in by a structureless peridermal membrane. The arrangement of fuselli in this part of the rhabdosome is somewhat peculiar: in shape it rather resembles the letter V or Y (text-pl. III, fig. 1, 2), indicating the limits between fuselli of the crossing canal and those of both prothecae.

Thecae 2^1 and 2^2, initially horizontal, very soon modify their growth direction and are laid down upwards. They are then provided with bifurcated subapertural spines, occurring in all the following thecae.

Budding of thecae 3^1 and 3^2. — Thereafter the budding process displays slightly more peculiar character. Th 2^1 remains "barren", i.e. it does not produce any subsequent theca, while both th 3^1 and th 3^2 are borne by th 2^2. This is indicated by an analysis of the fusellar structure and the mutual relations of these thecae (text-pl. IV and V).

The branching of thecae occurs at a distance of approx. 0.40-0.50 mm from the base of theca 2^2. The fuselli stretched between the distal margin of th 1^1 and th 2^1 bifurcate (text-pl. IV, fig. *A*), because the following ones become attached much higher up on the sicula. A wide opening is formed for the bud of th 3^1. After some time (5-6 fuselli) th 3^2 is initiated as a bud

Text-Pl. IV



Gymnograptus retioloides (Wiman), young rhabdosome in four thecae stage: *A* reverse side, *B* obverse side; *n* notch for interthecal septum of theca 3^1, *v* virgula, *vi* virgella; ca. × 50 (boulder 0.26).

and then the foramen is closed by the formation of the distal wall of metatheca 2^2. Both th 3^1 and 3^2 are from the beginning directed upwards.

There is some uncoformity in the fusellar systems of th 2^2 and th 3^1, the free space between them is filled in by a structureless peridermal membrane (text-pl. V, fig. *A*).

From the attachment place of fuselli, closing up the foramen for the bud of th 3^1, the median septum begins, thereafter stretching between the right and the left row of thecae. On the obverse side the septum is formed between th 4^1 and th 4^2, i.e. from the tip of prosicula. Thecae 4^2 and 4^1 already belong to the septal part of the rhabdosome and they originate from the preceding theca of the same series. Thereafter all thecae are provided with a well marked abapertural ring which constitutes a thickened subquadrate list rimming the foramen of the young bud.

To summarize the here described development of *Gymnograptus retioloides*, it may be stated that this is a diplograptid septal type in which the first 5 thecae alternate, while th 2^2 initiates both th 3^1 and th 3^2. The septum begins on the reverse side between th 3^1 and th 3^2.

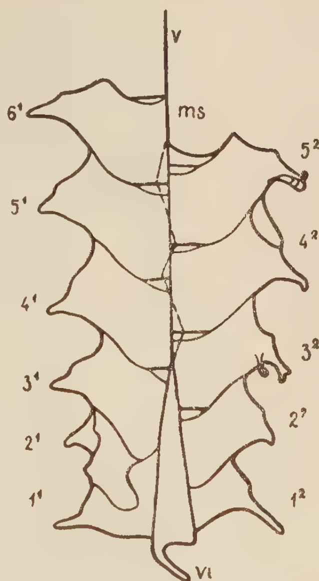


Fig. 14. — Diagram showing the rate of budding in first and second series of thecae in *Gymnograptus retioloides* (Wiman); *v* virgula, *vi* virgella, *ms* median septum. Based on specimen pl. I, fig. 3.

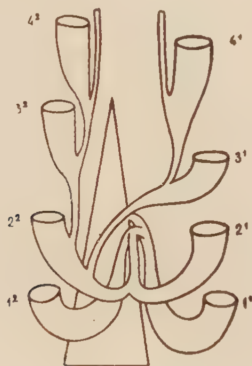
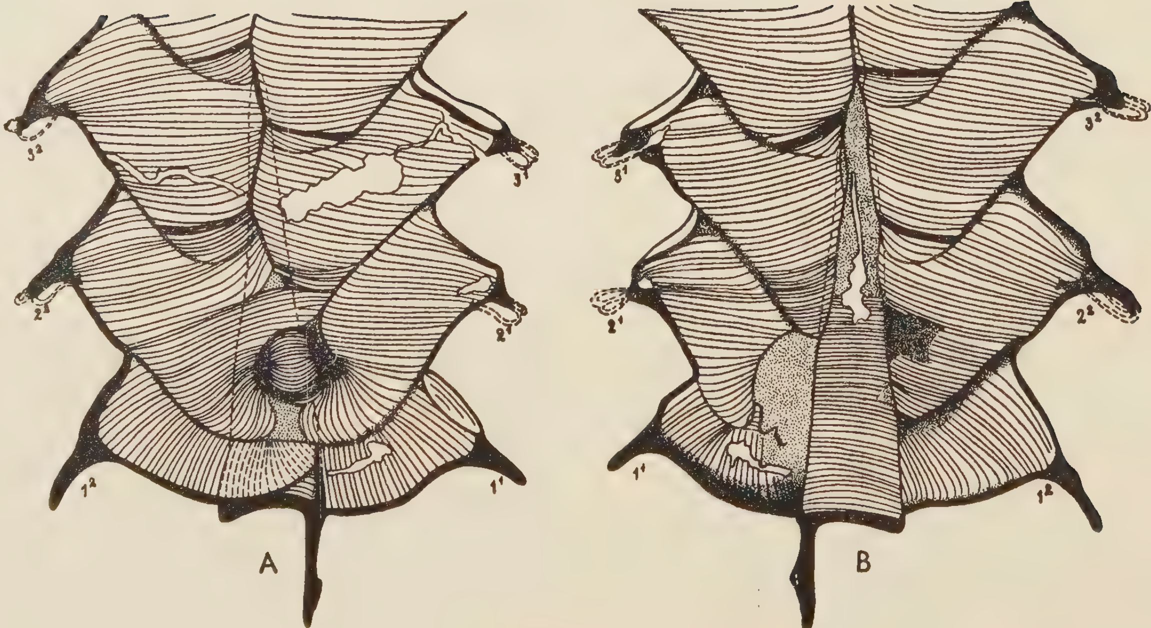


Fig. 13. — Diagram showing mode of development of *Gymnograptus retioloides* (Wiman).

General thecal relations in the proximal part of the rhabdosome and their mode of budding are shown in the attached diagram (fig. 13).

The budding of distal thecae and its "rhythm" is illustrated in fig. 14 and pl. I, fig. 3. The first thecal series always precedes the second series by one theca: when th n^1 is initiated, the formation of theca $(n-1)^2$ is only

Text-Pl. V



Gymnograptus retioloides (Wiman), fusellar structure of proximal part of rhabdosome, somewhat idealized; reconstructed parts marked by broken lines: *A* reverse side, *B* obverse side; ca. × 50 (boulder 0.31).

just commencing. Hence, the median septum is made of thecal walls of the first series, which well explains its single nature (since it is made up of one layer of fuselli only). According to Wiman (1895, p. 38) the distal thecae exhibit a tendency to eliminate differences in the rate of budding of the first and second series, gradually to attain the same level. Owing to inadequacy of material the present writer was unable to check up this process.

Comparison of development of Gymnograptus retioloides with that of other diplograptids

The development type observed in *G. retioloides* cannot be ranked with any of the standard stages of development, determined for diplograptids by Bulman (1936, p. 6-10). It is characterized by a combination of the primitive mode of budding in th 1^1 and th 1^2, also in th 2^1 and th 2^2 — proper for the "*dentatus*" stage (*Glyptograptus dentatus*), with the notably more progressive mode of development of two series of thecae beginning with th 2^2 — proper for the "*diplacanthus*" stage (*Climacograptus diplacanthus*). Though the budding of the first 4 thecae corresponds to the "*dentatus*" stage, yet it is characterized by certain peculiarities, such as e.g. close apertural spacing of the bud in thecae 1^2 and 2^1, whose budding almost directly follows one another. The crossing canal of th 2^1 is directed wholly downwards, while the development of th 3^1 and th 3^2 from th 2^2 reminds us of relations in *Cl. diplacanthus* and in *Cl. scharenbergi* from Laggan Burn (Bulman, 1932*a*, 1947, 1953).

This combination of features, relatively progressive and primitive, does not occur in any diplograptids known to the writer. It might serve as a good illustration of the independent rate of evolution of the particular features, probably rather common in graptolite history. *G. retioloides* indicates that the gradual elevation of thecae either could not keep pace or was not — in this evolutionary trend — associated with the increasing number of alternating thecae, as had probably been the case in climacograptids. Hence, on the whole, an increased number of alternating thecae was here associated with a primitive mode of budding of the first 4 thecae [2].

The here described development of *Gymnograptus linnarssoni* differs in a number of features from that of *G. retioloides*. The position of th 1^2

---

[2] Processes expressing similar evolutionary independence of characters have been long known (Osborn, Swinnerton); recently, however, de Beer (1954) has interpreted them as an expression of "Watson's rule". This conception has lately been taken up and expanded by Gross (1956).

and the growth direction in the crossing canal of th 2^1 and 2^2 show the most conspicuous differences. It may be stated that, on the whole, the mode of development in *G. linnarssoni* is more advanced. This is also expressed in the supposed lack of the median septum. These differences do not, however, exceed those known in other diplograptid genera.

The development of other lasiograptids is known in *Lasiograptus* (=*Hallograptus?*) *hystrix* only. In Bulman's opinion (1932*a*, p. 29-31) this is a septal mode of development, since both th 2^2 and th 3^1 originate from th 2^1. It is readily traceable from the "*dentatus*" stage, from which it differs in more horizontal placement of the crossing canal of th 2^1 and th 2^2. However, we do not know whether this type of development is representative for lasiograptids in general, since *L. harknessi* (Bulman, 1947, p. 11), not yet adequately known in this respect, does actually seem to differ in type of development from *L.* (= *Hallograptus?*) *hystrix*.

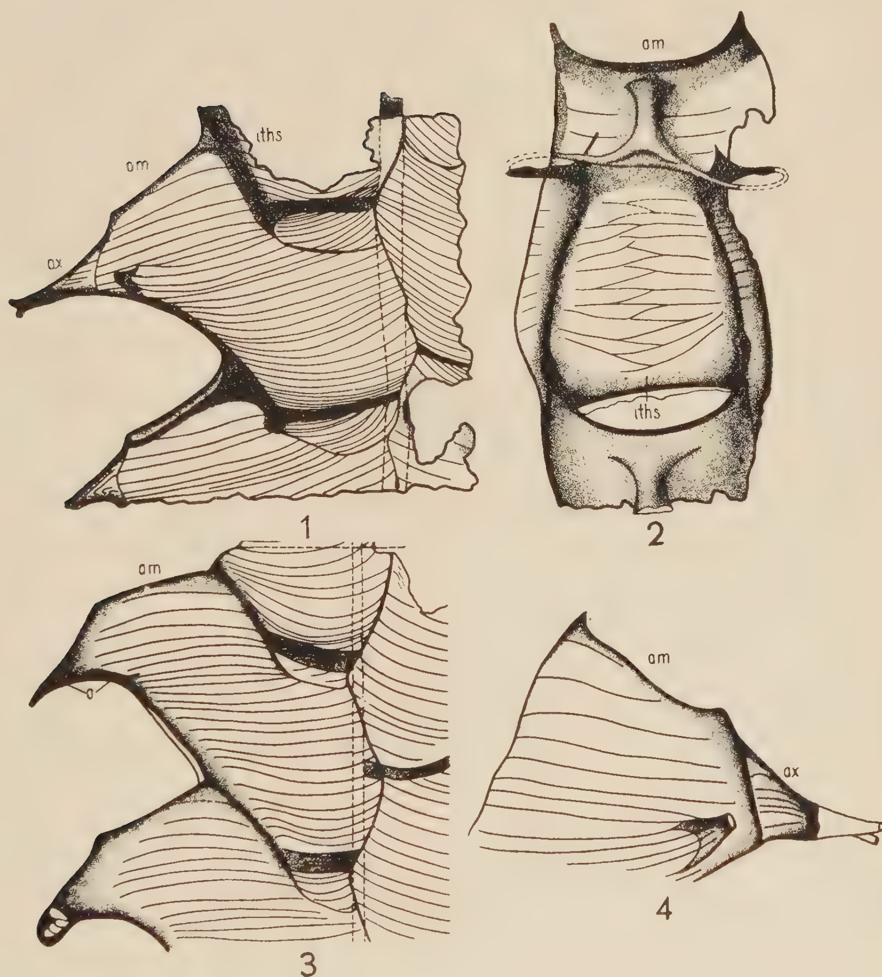
Structure of thecae

Periderm in *Gymnograptus retioloides* is distinctly thinner as compared with that of normal diplograptids, e.g. *Orthograptus gracilis* (Roem.). It represents a thin but still continuous peridermal wall which not anywhere form gaps or openings.

The fusellar structure of the periderm is readily discernible, hence it may be inferred that secondary thickenings, due to the deposition of a cortical layer or of any secondary substance, are not very strong. The slightly darker colouration of the proximal portion of the rhabdosome may be interpreted on the very presence of the thin cortical layer, thicker on the older parts of the rhabdosome. The periderm is not strongly carbonized, light brown, readily discolouring to a light orange tint. Sometimes some nipple-like roughnesses are observable on the surface of the periderm (pl. I, fig. 3). The simplest interpretation of these interesting phenomena is the supposition that they are consequences of some pathological changes of extrathecal membrane affected by diseases or parasites.

Not only the thecal walls, median septum and crossing canals, but subapertural processes too, have a well expressed fusellar structure. Their axial parts consist of several well marked layers which may possibly correspond both to fuselli and to layers of the cortical tissue. The former supposition, however, seems more sound. The membrane stretching between the winged subapertural processes already exhibits a distinctly fusellar structure and consists of a certain number of fusellar bands (comp. text-pl. VII, fig. 1, 2).

Text-Pl. VI



Gymnograptus retioloides (Wiman), fusellar structure of thecae, *1* theca 7^1, lateral view, small fissures of periderm are neglected, ca. × 50; *2* theca showing the structure of ventral wall and interthecal septum, ca. × 98; *3* theca showing the structure somewhat different from that on fig. 1, lateral view, ca. × 50; *4* aperture of theca 6^2 with angular fuselli, *am* apertural margin, *a* arches of processes, *ax* axial part of a process, *iths* interthecal septum, ca. × 90 (boulder 0.31).

It is more difficult to determine the nature of local peridermal thickenings which form the "framework" of the rhabdosome (clathrium). Certain structural details of the ventral list in th 1^1 are shown in textpl. VII, fig. 3. The list consists of a thickening with growth lines, the growth here being probably simultaneous with that of thecal walls. The remaining rods (comp. p. 313) display a layered structure; it is, however, difficult to determine whether they are of fusellar or cortical nature.

Fusellar structure of thecae. — Thecae of *Gymnograptus retioloides* come closest to the lasiograptid type (note especially the presence of nearly vertical thecal wall between apertural border and subapertural process, well visible on text-pl. VI, fig. 1, 3, 4). Proximally, the first thecae do not form a median septum and their structure differs somewhat from that of thecae in the more distal septal part of rhabdosome (comp. p. 311).

Thecae in the septal portion have their first fuselli superimposed in the prothecal corner. These fuselli are short and obliquely arranged. In the basal part the fuselli are occasionally extremely thin and numerous, irregularly arranged. The metathecal fuselli are generally straight. Shorter, intercalated fuselli are sometimes present both in the protheca and in the metatheca, particularly so at the level of subapertural spines (text-pl. VI, fig. 1, 4), and on margins of thecae and of the median septum.

Thecae in *Gymnograptus retioloides* are laterally strongly flattened, hence the rhabdosome section is nearly tabular. The section through the aperture is, therefore, horse-shoe shaped, while that through the abapertural ring is subquadrate (fig. 17*A*). The aperture is with the margin thickened, forming a rod or the apertural list. At the place of attachment to the wall of the next theca the apertural wall is slightly raised and seemingly composed of additional triangular fuselli (text-pl. VI, fig. 4). This shape of aperture is very much like that in *G. linnarssoni* (comp. p. 293). It apparently constitutes that feature in which representatives of *Gymnograptus* differ from those of *Lasiograptus*, where angular fuselli probably do not occur.

Thickenings of thecal margins. — Thecal margins in *G. retioloides* are strongly thickened, with a tendency to form lists producing a clathrium, i.e. a system of peridermal rods.

Transparent specimens of older rhabdosomes show that secondarily thickened lists are formed on the sicula too. A distinct apertural ring is formed rimming the metasicular aperture, while the virgella is thickened. On the reverse side the apertural ring seems to grow thicker than on the obverse side, nearly fusing with the ventral lists of th 1^1 and th 1^2. Two lateral longitudinal rods of the prosicula likewise exhibit a strong thickening (comp. fig. 16).

Thecae 1^1 and 1^2 are provided with an unpaired thickened list

stretching from the place of its fixation on the metasicula — to the subapertural spine and connected through it with the apertural list. In specimen figured in text-pl. VII, fig. 3 the ventral list of th 1^1 is shown to form very early as a protruding crest made up of a number of thickenings merging one into the other. The subapertural spine is from the earliest beginning connected with that list.

Thickened parietal lists are likewise formed between th 1^1 and th 2^1, as well as between th 1^2 and th 2^2, subsequently to continue into paired pleural lists of th 2^1 and th 2^2. These lists fuse just below the subapertural spine; through it they are connected with the apertural list which, in turn, fuses with the pleural lists of the next thecae.

Thecae 3^2 and 4^1 already exhibit a structural type that is common in the septal portion of the rhabdosome. The annexed diagram (fig. 15) illustrates the structural framework of lists forming the clathrium, but without the periderm. That framework is composed of: 1) the apertural list (*ap*), 2) the abapertural ring which is here completely closed (*abp*), 3) pleural list (*pl*), 4) parietal lists which are the prolongation of the pleural lists (*par*), and 5) the septal list (*sept*) less distinctly indicated on the border of the median septum and thecal walls. The septal list has a zigzag course, corresponding to that of septum and is not so well marked as the preceding lists.

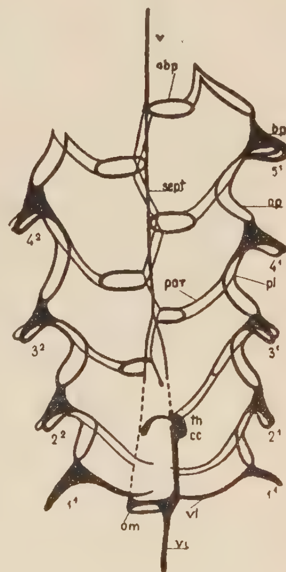
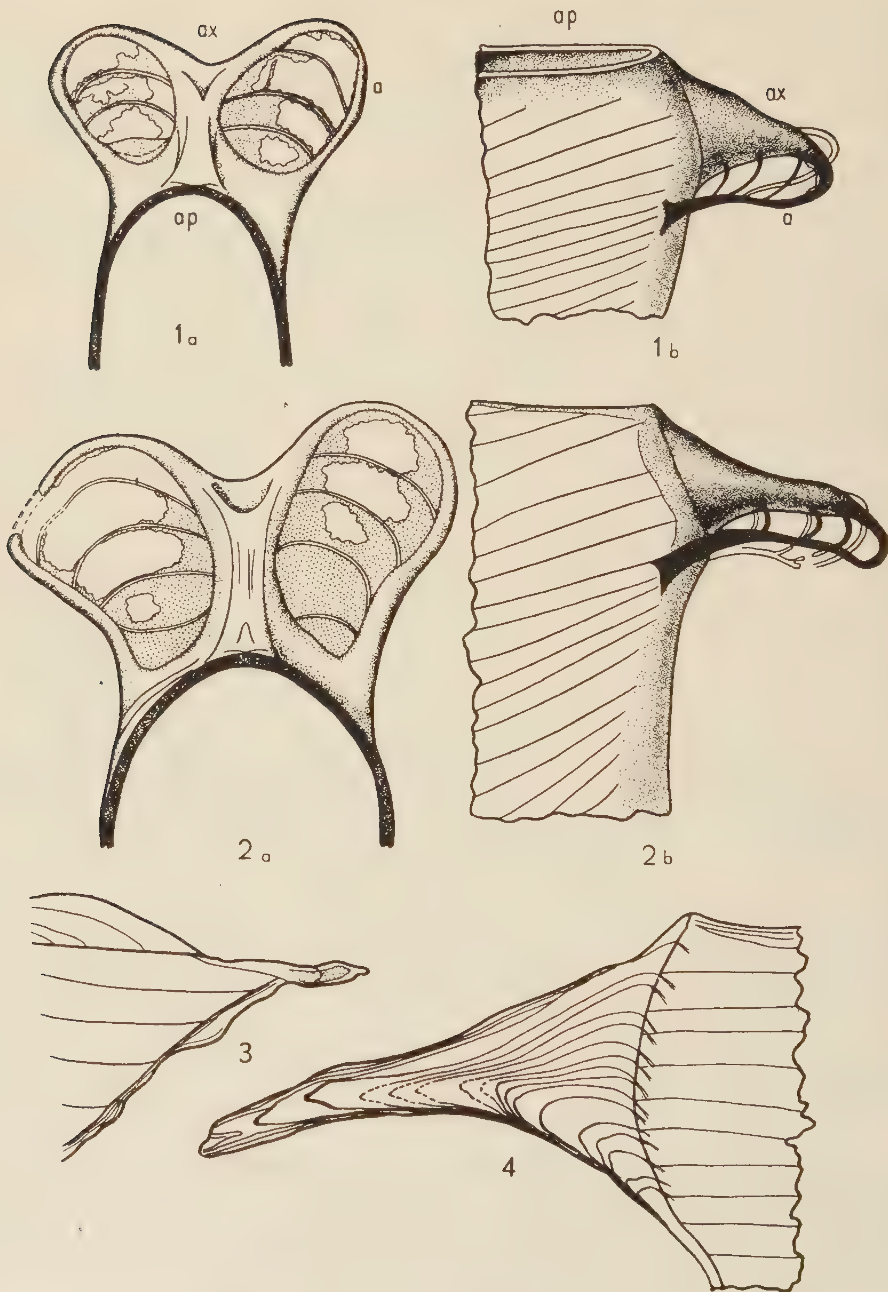


Fig. 15. — Structure of clathrium in *Gymnograptus retioloides* (Wiman), diagram based on a specimen; *am* apertural ring of metasicula, *abp* abapertural ring, *ap* apertural list, *bp* basal part of processes, *par* parietal lists, *pl* pleural lists, *sept* septal list, *th. cc* thickening around the crossing canal of theca 2^1, *v* virgula, *vi* virgella, *vl* ventral list; ca. × 25.

Between the pleural lists runs the ventral zigzag suture of the thecal wall (text-pl. VI, fig. 2).

Other localized thickenings of the periderm. — Dark narrow strips of periderm are often noted on thecae. They probably correspond to thickenings bearing the character of thecal rings (text-pl. III, fig. 1, 2) which would be the equivalents of thecal rings in monograptids (Urbanek, 1954, 1958). A ring of this type is particularly well discernible on th 2^2 shown in text-pl. III, fig. 2. These structures seem to be wholly accessory.

Text-Pl. VII



Gymnograptus retioloides (Wiman), structure of subapertural processes, *1* in theca *n* (3 or 4), *a* top view, *b* lateral view, ca. × 115; *2* in theca (n+4), *a* top view, *b* lateral view, ca. × 115; **3** an onset of subapertural process of theca 1^1, ca × 270 (specimen as in text-pl. II, fig. 5); **4** fusellar structure of subapertural process of theca 1^2, ca. × 270 (specimen as in text-pl. III, fig. 1). (boulder 0.31).

At the level of subapertural spines distal thecae occasionally display a dark strip of periderm, made up of closely set fuselli; this might possibly be associated with arrested growth of the aperture when building up the spine (text-pl. IV).

Subapertural processes. — *Gymnograptus retioloides* is characteristic by peculiar structure of the apertural processes which occur both in proximal and distal thecae slightly below the aperture. They are hence reasonably called subapertural.

The subapertural processes formed in the first 2 thecae of the rhabdosome (th 1^1 and th 1^2) differ in appearance from all the remaining ones. They are namely only single apertural spines (text-pl. VII, fig. 3, 4), similar to the apertural spines in other diplograptids (*Orthograptus, Amplexograptus*). Length of the spine here is up to 0.25 mm. Text-pl. VII, fig. 3 shows an onset of spine on th 1^1, consisting of two apposed growth layers laid on the thecal wall as a continuation of the ventral list. The spine grows through the superimposition of successive layers, each one medially thicker. Text-pl. VII, fig. 4 represents the fully developed spine of th 1^2, consisting of 16-17 growth lines, probably the equivalents of fuselli. Since the growth of theca continues sometime after the formation of the processes, the apertural spine becomes subapertural.

The apertural spines on th 2^1 and 2^2, also those in all the succeeding thecae, have a completely different type of structure. When seen from the top, their appearance is that of a double-loop (text-pl. VII, fig. 1, 2). The axial part, after bifurcating, forms two lateral branches. Both branches then curve arcuately and are attached to the thecal wall by their slightly expanded ends below the point of junction with the axial part. These relations are clearly seen in text-pl. VI, fig. 2, and text-pl. VII, fig. 1, 2.

Strongly attenuated fuselli, here forming only a kind of membrane, are spread on the area between the axial part and both arches. On the whole, fragments only of this membrane have been preserved. The fusellar structure of membrane is indicated by fusellar boundaries, preserved as stronger, somewhat ridge-like thickenings. In the corners of the side processes the fuselli are thicker and complete.

The axial part of the process (comp. p. 308) and its arches display laminar structure, visible under strong magnification in sufficiently discoloured specimens. Hence, they resemble the structure of unpaired apertural spines in th 1^1 and 1^2. The continuation of fuselli into the bases of lateral arches (text-pl. VI, fig. 4) suggests the fusellar nature of structure.

The subapertural processes are connected to the thickened apertural ring by a strong thickening of the periderm. On the other side the arches

are connected with the pleural lists (text-pl. VI, fig. 2). Hence, the processes are a part of the clathrium.

During astogeny the subapertural processes have a tendency to increase in size in more distal thecae. The length of the basal portion of the spine in theca n ($n = 3$ or 4) is approx. 0.12 mm, while in theca $(n+4)$ it is approx. 0.20 mm. Thus, on the whole, they are shorter than the apertural spines of the first 2 thecae.

The here described structure of apertural processes does not meet closer analogies among any other diplograptid apertural processes known to the writer. A resemblance may, however, be pointed out between the structure of apertural spines in *Holoretiolites münchi,* described by Eisenack (1951) and that of the distal thecae of *Gymnograptus retioloides.* The feature that is common to both these forms is the bifurcation of the spine, and the fuselli stretched on it. In *Holoretiolites* they are indicated through fine but distinct rods which constitute the limits of the particular fuselli. The true peridermal membrane has disappeared here completely.

Structure of median septum. — In *Gymnograptus retioloides* the median septum originates between th 3^1 and th 3^2 on the reverse side, and between th 4^1 and th 4^2 on the obverse side. The septum has a zigzag course; it stretches from the abapertural rings of one thecal series to those of the other series. From the abapertural ring of theca n^2 it passes to the abapertural ring of theca $(n+1)^1$. This is a type of septum common in many climacograptids, particularly well known in *Cl. scharenbergi* (comp. Bulman, 1932*a*, p. 9).

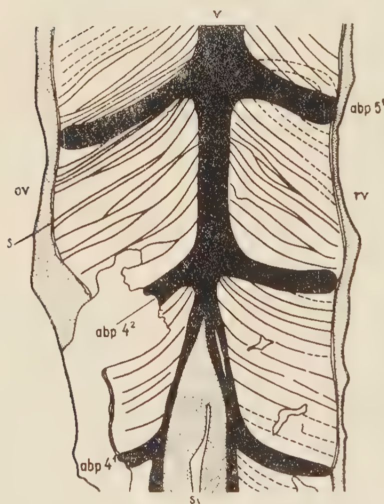


Fig. 16. — *Gymnograptus retioloides* (Wiman), fusellar structure of median septum in theca 4^1; *ov* obverse side, *rv* reverse side, *s* border of protheca and median septum, *si* sicula, *abp* successive abapertural rings, *v* virgula; ca. × 93 (boulder 0.31).

The fusellar structure of septum has been examined in a specimen from which one thecal series has been removed, thus giving it a monograptid-like appearance (fig. 16). The septal wall shows the presence of numerous intercalary fuselli; its fusellar structure is irregular. The fuselli are placed obliquely, being raised towards the virgula. The intercalary fuselli occur not only on the surface of the septum, but also on the edge between the lateral wall of protheca and the surface of septum. No traces have been noted by the writer suggesting that the septum is two-layered. This is, however, easily explained by the

fact that, during budding, the first series is by one theca in advance of the other thecal series, while the septum is laid down in thecal segments as the dorsal prothecal wall of one series only (fig. 14). The part it plays, as a wall separating the two thecal series, seems therefore secondary. The first fuselli of each successive median septal segment originate simultaneously with the formation of the abapertural ring and the first fuselli of the given protheca.

Interthecal septum. — Thecae 1^1 and 1^2 do not initiate the true interthecal septum, though their distal wall, common to th 2^1 and th 2^2 which are attached to th 1^1 and th 1^2, may possibly be considered as its equivalent. Theca 2^2 already forms a normal interthecal septum, beginning from the abapertural ring of th 3^2, to form a wall common to th 2^2 and th 3^2, and subsequently to continue into the ventral wall of th 3^2. Hence, the interthecal septum is a mixed structure whose initial part constitutes the distal wall of metatheca n, while the next part passes into the ventral wall of theca $n + 1$.

The fusellar structure of the interthecal septum is shown in text-pl. VI, fig. 2. Its relation to the virgula is illustrated by fig. 17*A*. In *Gymnograptus retioloides* the structure is perfectly normal, lacking the intercalary fuselli. The septum passes gradually, without irregularities, into the ventral wall rimmed by pleural rods, medially traversed by a zigzag suture.

Theca 2^2 is characterized by somewhat different relations. In the apertural region (text-pl. IV, fig. *B*) a notch is formed within the distal metathecal wall, rimmed by thickened list on which a kind of interthecal septum originates between th 2^1 and 3^1.

The measurements of the rhabdosome are given on tables 3 and 4.

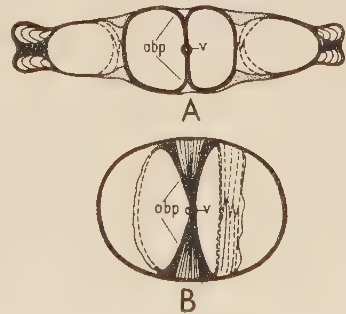


Fig. 17 — *A* idealized cross section of rhabdosome in *Gymnograptus retioloides* (Wiman) based on top view of a rhabdosome, *B* ditto in *Climacograptus* cf. *scharenbergi;* abp abapertural ring, *v* virgula; ca. × 25.

Virgula

In *Gymnograptus retioloides* the virgula originates from the fusion of the longitudinal rods of prosicula (text-pl. II, fig. 5). In the majority of cases we probably have 4 longitudinal rods, merging into the virgula.

The microstructure of nema has repeatedly been the subject of a discussion. The chief problems here are those concerning the laminar structure of the nema, and the question whether it is a solid peridermal thread or a tubule provided with a central canal.

Owing to the adequate state of preservation of *G. retioloides,* the writer was able to prepare thin microtome sections of several fragments of the virgula. Although he did not possess a virgula originating at the apex of prosicula, still on the shape of the section of virgula he reasonably

Table 3

Gymnograptus retioloides (Wiman)

Width of rhabdosomes, without processes (in mm)

Between thecae	Rhabdosomes		
	I	II	III
1^1-1^2	1.08	1.08	1.08
2^1-2^2	1.20	1.24	?
3^1-3^2	1.24	1.28	1.28
4^1-4^2	1.28	1.40	1.28
5^1-5^2	1.32	1.36	1.36
6^1-6^2	1.32	1. ?	—
7^1-7^2	1.32	—	—

inferred that one of the fragments (pl. II, fig. 4, 5) was more proximal than the other (fig. 6, 7). Plate II, fig. 4 represents a fragment of virgula with

Table 4

Gymnograptus retioloides (Wiman)

Distance of apertures of adjacent thecae (in mm)

Series and thecae	Rhabdosomes		
	I	II	III
I. 1-2	0.48	0.48	—
2-3	0.44	0.40	—
3-4	0.52	0.52	—
4-5	0.56	0.52	—
5-6	0.52	0.56	—
6-7	0.52	0.56	—
II. 1-2	0.52	0.52	0.48
2-3	0.52	0.48	0.48
3-4	0.52	0.52	0.60
4-5	0.52	0.52	0.58
5-6	0.52	0.60	?
6-7	0.60	—	—

distinctly triangular shape. It is reminiscent of Cox's observation (1933, p. 16) postulating a triangular shape of section of the virgula at a certain distance from the prosicula in *Climacograptus* (= *Amplexograptus*?)

inuiti Cox. This shape is by Cox explained by the unsimultaneous disappearance of each of the 4 longitudinal rods of the prosicula. The earlier disappearance of one of the rods imposes a triangular shape to the virgula.

The laminar structure of virgula is readily discernible in microphotographs which likewise clearly show the presence in virgula of *G. retioloides* of an axial canal with the maximum diameter at approx. 0.015 mm. The exterior branches of the triangular virgula are approx. 0.030 mm (pl. II, fig. 4, 5).

Microtome sections of the other fragment of virgula (pl. II, fig. 6, 7) adequately illustrate its laminar growth. The outline of the virgula is irregular, probably owing to an injury of the surface. However, the course of growth lines indicates that the virgula did not thicken quite holoperipherally. The virgula diameter was approx. 0.055-0.057 mm, that of the axial canal — approx. 0.016 mm. The thickness of the particular growth layers ranges from approx. 0.002 to approx. 0.003 mm.

The laminar structure of nema confirms the supposition that, concurrently with R. Kozłowski's views (1948, p. 91), it is a product of extrathecal tissues. Its microstructure, similarly to that of virgula examined in *Cucullograptus pazdroi* (Urbanek, 1958, p. 15) points out to a resemblance with the microstructure of the cortical layer in dendroids (Kozłowski, 1948, pl. 4, fig. 8) at the base of the sicula. Hence a resemblance with the basal disc too. This will be understood on the supposition that both these structures are on the whole homologous.

The presence of a canal in the virgula is probably not a constant feature in graptoloids. Some of them, e.g. Monograptidae, *Corynites*, are not provided with a central canal in the virgula, while in others, e.g. Diplograptidae and related groups, possibly particularly so, the virgula is provided with a canal. This may be an accessory feature, dependent on the tubule diameter of the extrathecal tissues in which the virgula originates. The diameter of the inner canal of the virgula seems to be constant, being approx. 0.015 mm in *G. retioloides*.

The here studied material did not enable the writer to investigate the structure of a young virgula or its formation from the longitudinal rods of prosicula. However, it seems that the connection of the central canal of the virgula with the prosicular cavity — if it did exist as was postulated by Cox (1933, p. 16) — was of a secondary nature. Young prosiculae, still without rods, are apically closed. Moreover, in representatives of numerous diplograptids the presence has been noted of a basal membrane (diaphragm), separating the prosicular cavity from its apex.

Hence, it may be inferred that the growth of virgula is wholly peripheral, external, and that the central canal was not, during the life-time

Table 5

Comparison of *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg) and *Gymnograptus retioloides* (Wiman)

Gymnograptus linnarssoni (Moberg)	*Gymnograptus retioloides* (Wiman)
1. Size of rhabdosome probably somewhat larger than in *Gymnograptus retioloides.*	Size of rhabdosome probably somewhat smaller than in *Gymnograptus linnarssoni.*
2. Length of sicula 1.30 mm.	Length of sicula 1.12-1.40 mm.
3. Breadth of rhabdosome (exclusive of apertural processes): at thecae 1^1-1^2 — 1.08 mm, at thecae 4^1-4^2 — 1.72 mm.	Breadth of rhabdosome (exclusive of apertural processes): at thecae 1^1-1^2 — 1.08 mm, at thecae 4^1-4^2 — 1.28-1.40 mm,
4. Sicula inclined at about 160° to the rhabdosome axis.	Sicula in prolongation of the rhabdosome axis.
5. Presence of the dorsal spine in metasicula.	Absence of the dorsal spine in metasicula.
6. Thecae 1^1 and 1^2 without any processes.	Thecae 1^1 and 1^2 provided with simple apertural spines.
7. Subsequent thecae provided with bifurcated or manyfolded, highly variable subapertural processes.	Subsequent thecae provided with subapertural processes in form of double loop and with stable shape.
8. Budding of thecae 1^1-1^2, 2^1-2^2 as in *"diplacanthus"* stage.	Budding of thecae 1^1-1^2, 2^1-2^2 as in *"dentatus"* stage.
9. Theca 3^1 borne at the base of theca 2^2, theca 3^2 borne by theca 2^2	Thecae 3^1-3^2 borne by theca 2^2.
10. Further development probably in two independent thecal series.	Further development in two independent thecal series.
11. Median septum periderm lacking, no traces of it preserved.	Median septum periderm present.
12. Virgula connected with rhabdosome wall through "U"-shaped rods, forming incomplete abapertural rings.	Virgula connected with rhabdosome walls through rods forming complete abapertural rings.
13. Links Interthecal septa probably leaving a subcircular channel for interthecal communication.	Interthecal septa leaving a subcircular channel for interthecal communication.
14. Thecae with "lasiograptid" appearance.	Thecae with "lasiograptid" appearance.
15. Thecae with somewhat attenuated periderm and thickened lists forming a kind of clathrium.	Thecae with somewhat attenuated periderm and thickened lists forming a kind of clathrium.
16. Septal lists sharply zigzag shaped.	Septal lists midly zigzag shaped.
17. Apertural margin of thecae suspended on the wall of next thecae.	Apertural margin of thecae suspended on the wall of next thecae.

Table 5 (*continued*)

Gymnograptus linnarssoni (Moberg)	*Gymnograptus retioloides* (Wiman)
18. Suspended part of apertural margin consists of very numerous and narrow fuselli.	Suspended part of apertural margin consists of few, short "angular fuselli".
19. Distal thecae inclined at 50-55° to the rhabdosome axis.	Distal thecae inclined at 35-40° to the rhabdosome axis.
20. Cross section of rhabdosome tabular.	Cross section of rhabdosome nearly tabular.

of the animal, filled in by tissues, but that it constituted a hollow rimmed by the first growth ring of the virgula.

The mode of junction of fuselli of the median septum with the virgula is shown in fig. 16. We can also see there the junction of the virgula to the abapertural ring (see also fig. 17*A*).

Generic position

Wiman (1895) when first describing this species, referred it to genus *Climacograptus* Hall. As it is shown above, "*Climacograptus*" *retioloides* is certainly not a climacograptid, since the ventral climacograptid notch of thecae does not occur in this form. Moreover localized thickenings of periderm are developed, forming a kind of clathrium. In this character this form approaches Lasiograptidae Bulman rather than Climacograptinae Frech. The developmental pattern here described for *Gymnograptus retioloides* does not resemble relations in the so far studied climacograptids (comp. p. 307).

In the shape of thecae, cross section of rhabdosome and its general appearance, development of clathrium, pattern of subapertural spines, this species comes closest to some Lasiograptidae. It should be placed therefore in the family Lasiograptidae Bulman, close to *Gymnograptus*. Some similarity in thecal structure and in general appearance of rhabdosome is here undeniable. It is therefore possible formally to place it in *Gymnograptus*. From the genoholotype of this latter it differs, however, in many details of structure and development (comp. table 5). Particularly notable differences occur in features 4-8, 11, 12, 16 (tab. 5). The development of both forms, though diplograptid, differs strongly. Moreover the details of structure of subapertural spines are essentially different. On the other hand, it remains rather obscure how to rank taxonomically differences in the mode of development (comp. considerations, p. 326). The present author has, therefore, decided to place the above described species in

genus *Gymnograptus* sensu lato, in order to avoid erection of a new monotypic genus and taking into account some general similarities (comp. tab. 5).

However, from the morphological point of view, the existing differences between the genoholotype of *Gymnograptus* and *G. retioloides* would perhaps sufficiently justify the establishment of a separate subgenus or genus [3], but this latter should be placed into Lasiograptidae, close to *Gymnograptus*. Taking also into account the presence of some forms morphologically intermediate between *G. linnarssoni* and *G. retioloides*, as the here described *Gymnograptus* sp., the writer believes that the best solution is to leave the decision to those in possession of more adequate material. At the present moment the considered form is provisionally placed in *Gymnograptus* on the base of doubtless similarities in some general features of the rhabdosome.

Stratigraphic range and geographic distribution

Gymnograptus retioloides has not thus far been studied from rocks "in situ", but described from erratic boulders only. When describing this form Wiman (1895, p. 38) states that the only specimen "stammt aus einem Geschiebe vom grauen Kalk des Bottnischen Meeres und ist bei Grisslehamn im Kirchspiel Wäddö gefunden". Previously (p. 37) that author mentioned that this limestone probably corresponds to the "Centaurus + Chasmopskalk", but also that the determination of its more exact position calls for further investigation.

In 1908 Wiman reports *Climacograptus retioloides* from an erratic boulders "Höganäs Nr. 10 aus älterem Chasmopskalk" (1908, p. 121) as occurring in the following faunal association (1908, tab. 6): *Phacops exilis* Eichw. (= *Estoniops exilis* (Eichw.), R. Männil, 1957), *Cheirurus* sp., *Remopleurides* sp., *Leptaena oblonga* Pand. — *Estoniops exilis* (Eichw.) has been recorded from the Kukruse Stage in Estonia (Männil, 1957, p. 387) which is the equivalent of the lower part of the "Ludibundus" Limestone of Scandinavia (lower part of the *Nemagraptus gracilis* zone). By the presence of *L. oblonga*, however, a somewhat lower Uhaku Stage is also suggested.

The presence of *Glyptograptus* has been ascertained in boulders studied by the writer: boulder 0.31 has yielded the proximal part of a rhabdosome, probably belonging to *Glyptograptus teretiusculus* (Hisinger). Some caution must, however, be exercised here in regard to specific identification based on one specimen only, owing to the presence of

---

[3] Similar opinion was expressed by Prof. Bulman and Dr. Strachan in letters kindly sent to the present writer.

morphological forms intermediate between *Glyptograptus dentatus* and *Gl. teretiusculus* (comp. Bulman, 1936, p. 57), which probably occupy an intermediate stratigraphic position. *Glyptograptus teretiusculus* persists across several graptolite zones (*Gl. teretiusculus — Clim. wilsoni,* i.e. from the Llandeilo through the lower Caradocian), but evidence supplied by lithology and the occompanying fossils does not deny that we are dealing here with the *Gl. teretiusculus* zone.

Besides graptolites the present writer has discovered in boulder 0.26 a trilobite pygidium. Dr. Jaanusson was kind enough to identify it as *Pseudoasaphus* aff. *limatus* Jaan. stating that this species "is probably new, though very close to *P. limatus* from the Uhakuan of Dalarna and Oslo region" (personnal communication). According to that information, *Pseudoasaphus* has not been reported in Baltoscandia from beds higher than the lower Kukruse substage ($C_{II}\ \alpha$).

According to Dr. Jaanusson, the lithology of that boulder suggests the Uhaku Stage ("Crassicauda" Limestone) as well as the lower part of the Kukruse Stage (the lowermost "Ludibundus" Limestone).

Lithological data and the associated fauna indicate that the most likely horizons from which the here studied specimens of *Gymnograptus retioloides* were derived, are not lower than the "Crassicauda" Limestone (= upper part of *Gl. teretiusculus* zone) and, probably, not higher than the lower "Ludibundus" Limestone (= the lowermost part of the *Nemagraptus gracilis* zone). The "Crassicauda" Limestone is suggested by the presence of *Gl. teretiusculus*, the "Ludibundus" Limestone — by that of *Pseudoasaphus*.

Gymnograptus sp.

(text-fig. 18 *A-C*)

Material. — One specimen, probably a fragment of the median part of the rhabdosome (fig. 18*A*), etched from erratic boulder 0.181 found at the foot of a moraine at Mochty (approx. 40 km NW of Warsaw), in the Vistula valley. State of preservation unsatisfactory, periderm rather strongly damaged, covered by sediment. In order to avoid injury the specimen was not cleared, but the slight degree of carbonization allowed an examination of its main structural characters.

Description. — Thecae lasiograptid (fig. 18*A*), uniting certain structural features of *Gymnograptus linnarssoni* (shape of subapertural processes) with those of *G. retioloides* (general shape of thecae). Theca provided with thickened lists forming the clathrium. This consists of: 1) apertural U-shaped list, 2) pleural lists connected with base of

subapertural processes and through them with the apertural list, 3) parietal lists, and 4) abapertural ring. The abapertural ring is not complete; on the specimen it is indicated as a strongly thickened, U-shaped rod basally fused with the virgula. The rod closing up the hollow of the "U" and constituting the edge of the interthecal septum was probably thin, as e.g. in *Lasiograptus harknessi*. Most likely it has been damaged as that in *Gymnograptus linnarssoni*. A fine membraneous periderm spans the pleural lists; the periderm is traversed by a zigzag ventral suture of fuselli.

The median septum extends along a zigzag line, forming on the surface a strongly marked septal list, connected with the other elements of the clathrium. The peridermal wall of the median septum is only

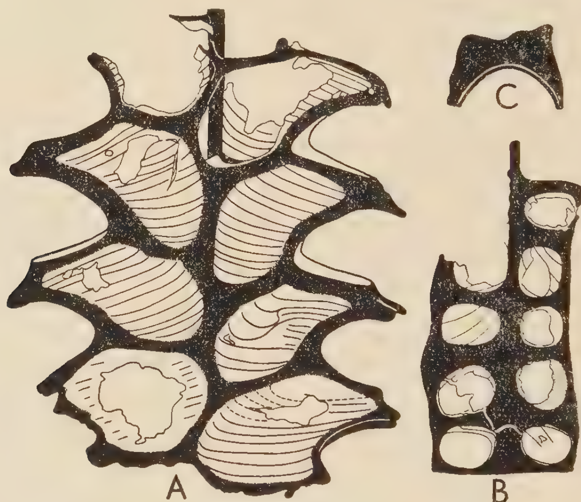


Fig. 18. — *Gymnograptus* sp., *A* fragment of rhabdosome, lateral view, *B* somewhat simplified fragment of median septum, *C* subapertural process, top view; ca. × 25 (boulder 0.181).

fragmentarily preserved (fig. 18*B*). It is a very fine membrane, readily damaged, but its vestiges persist on edges of the virgula, and of the rods of the abapertural rings.

Thecae are provided with subapertural processes in the form of a bifurcated spade-like protuberance (fig. 18*C*). They resemble the "onset" or a young process in *G. linnarssoni* (comp. text-pl. I, fig. 4). Here, however, this form may constitute their definite, matural shape. Thecal aperture straight, without angular fuselli.

Comparison. — The structure and dimensions of thecae strikingly resemble those in *Lasiograptus retusus* Lapworth, so much so that they may be conspecific. *Gymnograptus* sp. also resembles a graptolite described by Bulman as a variety of *Climacograptus scharenbergi* (Bulman, 1932*a*,

p. 6, pl. 1, fig. 23-26). In Dr. Jaanusson's opinion (*in litt.*), however, this is a lasiograptid approaching *L. retusus* Lapw.

It rather seems that forms such as the one here described, probably also some described as *Lasiograptus retusus* Lapw., are referable to the genus *Gymnograptus*. From typical lasiograptids they differ in the outline of apertural margin (straight) and in the septal list being more distinctly marked. Their general habitus of thecae and of rhabdosome come nearer to *Gymnograptus* than to *Lasiograptus*. This agrees with the opinion expressed by Dr. Strachan (*in litt.*).

The faunal assemblage associated with this form contain a great abundance of excellently preserved graptolites, by Prof. R. Kozłowski identified as *Mastigograptus* sp. No index form have, however, been recovered which would more definitely indicate the age of the boulder. Noteworthy is the occurrence in this assemblage of the hydroid *Rhabdohydra tridens* Kozł. which in boulder 0.94 is associated with *Gymnograptus linnarssoni*, and in boulder 0.26 — with *G. retioloides*. This hydroid, however, has a wide stratigraphic range, since it occurs also in assemblages suggestive of the Lower, Middle and Upper Ordovician. Hence it cannot supply evidence for determining the age of the boulder. *Lasiograptus retusus* Lapw., to which our form exhibits strongest resemblance, is known from the lower Llandeilo and the uppermost Llanvirn of Great Britain (Elles & Wood, 1901-1908, p. 329). This might possibly suggest its appearance at an earlier moment than that of the other gymnograptids. Together with its rather primitive structure, lacking specialization, this would be a feature reasonably leading to its recognition as a form closely allied with the ancestor of the other representatives of *Gymnograptus*.

*

SYSTEMATIC POSITION OF GENUS *GYMNOGRAPTUS*

Better knowledge of the morphology of *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg) which is the genoholotype of this genus and of related forms probably referable to the same genus, throws a new light on the systematic position of *Gymnograptus* Bulman.

Proximal thecae in *G. linnarssoni* and *G. retioloides* testify to their relationship with Lasiograptidae. The general appearance of thecae in *G. linnarssoni*, defined by Bulman as orthograptid, differs from the true orthograptid type and comes closer to thecae of Lasiograptidae. In a personal communication Dr. Jaanusson has made the suggestion to call this a "lasiograptid" type of thecae. These thecae differ, indeed, both from the orthograptid and the amplexograptid appearance. The ventral margin

is nearly straight and strongly inclined to the axis of the rhabdosome. Very characteristic is likewise the elevation of the distal apertural margins of thecae. Together with the subapertural position of the ventral processes common in lasiograptids, this results in the characteristic appearance of the thecae.

During astogeny of *G. linnarssoni* the distinctly lasiograptid proximal thecae gradually pass into nearly orthograptid ones, i.e. with diminishing inclination of the ventral wall. The change of thecal shape is less distinctly marked in *G. retioloides,* but seems to be present. Still, the degree of inclination of the ventral thecal walls is smaller in all the studied representatives of *Gymnograptus* than it is in *Lasiograptus,* and resembles more the thecae in *Hallograptus.* The apertural parts of thecae, on the other hand, comes nearer to *Lasiograptus* than to *Hallograptus.*

Likewise, the rhabdosome section, nearly tabular, in result of the "reverse-obverse" flattening, brings *G. linnarssoni* and *G. retioloides* nearer to the Lasiograptidae, separating them from climacograptids whose rhabdosome sections are oval or circular (comp. fig. 6*B*, 17 *A, B*).

In arrangement of lists analogous with that in *Lasiograptus,* the structure of clathrium further confirms the similarity of the two above mentioned forms. The entirely closed abapertural rings in *G. retioloides* only are more strongly developed than those in the lasiograptids we know (*L. harknessi,* Bulman, 1947). Other gymnograptids in this respect resemble *L. harknessi* (comp. p. 322).

Bulman (1955, p. 87) referred *Gymnograptus* to "Diplograptidae *incertae sedis*". On a closer analysis of the here studied forms it seems that *Gymnograptus* is referable to the Lasiograptidae Bulman. This view is now shared by Prof. Bulman, Dr. Jaanusson and Dr. Strachan whose opinions seem notably reliable since they are the outstanding authorities on these problems and are in possession of comparative material (*in litt*).

Forms by the present writer referred to genus *Gymnograptus* probably represent somewhat divergent evolutionary trends. *Gymnograptus retioloides* comes closer to typical lasiograptids (structure of processes) than *G. linnarssoni.* These two forms may, however, be morphologically derivable from forms such as the here described *Gymnograptus* sp. in which some features of the both are combined. In thecal structure it resembles more *G. retioloides,* while its subapertural processes approach closer the very young processes of *G. linnarssoni.* The processes of both *G. retioloides* and *G. linnarssoni* are derivable from those of *Gymnograptus* sp. If the similarity of *Gymnograptus* sp. with *Lasiograptus retusus* is not deceptive, this hypothesis may be quite sound, inasmuch as there are data suggesting that this species made its first appearance somewhat earlier than the remaining gymnograptids. *G. linnarssoni* may be traced from such

forms through modifications of thecal structure, progressive changes of budding and a reduction of the median septum. On the other hand, *G. retioloides* would seem to be more conservative in the astogeny and shape of thecae, and be characterized by progressive development of the subapertural processes. Certain similarities likewise exist between the thecae of *G. retioloides* and those of such climacograptids which have strongly developed ventral excavation and mesial process (*Climacograptus (Paraclimacograptus)* Přibyl). This gives their thecae a lasiograptid appearance. At present, however, it is hardly possible to determine how far this is an expression of the actual relationship or of convergence only.

The subapertural processes of *G. retioloides* do not resemble any processes in the Diplograptinae and the Climacograptinae known to the writer. Their bifurcation, however, as well as the subapertural position seems quite common in lasiograptids. Still it is not known to what extent these processes may constitute homologies of the ventral spines in other Lasiograptidae in which the "pelta" may likewise be supported by the spines. The mutual resemblance of these structures seems very strong.

In some points *G. retioloides* resembles Retiolitidae. This was noted by Wiman's quick eye (1895) who stressed it in its specific name. It applies particularly to the retiolitids which only have the clathrium but lack the reticula, since nothing suggests a tendency in *G. retioloides* to the formation of a reticula.

With respect to a general resemblance of the clathrium (arrangement of rods), (comp. fig. 15), *G. retioloides* doubtlessly comes closest to *Orthoretiolites* Whittington, by Bulman referred to the Retiolitidae (1955). Cardinal differences, however, exist between the here described form and *Orthoretiolites,* expressed by the mode of development (probably quite aseptal in *Orthoretiolites*), also by the structure of processes. Doubtlessly we are here dealing with parallelism between relatively distant phylogenetic lines.

Still closer resemblances supposedly exist between representatives of *Hallograptus* and *Orthoretiolites,* since the shape of thecae and the course of lists are strongly similar in both forms. Other retiolitids, i.e. *Holoretiolites* Eisenack, in the structure of processes approach *G. retioloides.* Notably similar processes are noted in *H. münchi.* In that form they are bifurcated, with the edges of the arcuately curved fuselli well marked (Eisenack, 1951, pl. 22, fig. 11, 12). In structural details these processes display differences: in *Holoretiolites* the basal portion is lacking and the arches are not attached to the lateral walls of theca.

In all probability, the mentoned similarities of structure may be interpreted as a parallelism in the development of the various characters, a phenomenon very common in graptolites.

Structure of *G. retioloides* resembles that of retiolitids in other characters too. An analysis of the structure of the proximal part of the clathrium in *G. retioloides,* sheds for example some light on the origin of an element so characteristic of Retiolitidae as the arrangement of rods in the "ancora" stage. Since the longitudinal rods of the prosicula are secondarily thickened, the virgula has in a certain sense a tendency for prolongation towards the prosicular aperture. In *G. retioloides* the virgella begins at approx. 0.2 to 0.3 mm from the prosicular aperture, while in some diplograptids, e.g. *Cl.* (= *Amplexograptus?*) *inuiti* Cox, it takes rise from the first metasicular fusellus. Hence we may readily reconstruct a complete hypothetical way of fusing the virgula with the virgella through longitudinal lists of prosicula. The structure thus formed would correspond to the "ancora" axis. The branches might possibly be formed by a similar mode of fusion of the ventral lists of th 1^1 and th 1^2, fused either directly or through one half of the apertural ring of metasicula (comp. fig. 15). Thus, this part of the clathrium in *G. retioloides* is built on a structural pattern essentially similar with that in Retiolitidae, though the two structures can hardly be considered as strictly homologous.

Differences of astogeny between *G. linnarssoni* and *G. retioloides* are conspicuous (comp. p. 319). It is, however, very difficult taxonomically to rank such differences. Most likely every diplograptid genus may include forms whose astogeny represents various, frequently very distinct modifications of diplograptid development (comp. differences in astogeny of *Cl. scharenbergi, Cl. diplacanthus* and *Cl. typicalis*). It seems that astogeny is very often a progressive character, showing even greater plasticity than the thecal structure (comp. progressive change in *Glyptograptus dentatus/teretiusculus* series, Bulman, 1936, p. 88, 89, and considerable differences in astogeny of *Climacograptus scharenbergi* which are most likely depended on geographic and zonal variation, Bulman, 1953, p. 511). Some stages of the diplograptid mode of development may be "reproduced" in phyletic lineages, with probably quite separate ancestry (comp. "*dentatus*" stage in *Glyptograptus* and *Dicranograptus,* Bulman, 1944, p. 40). In the light of these contradictory evidences the real taxonomic significance of the different modes of development needs further discussion. At the present moment we cannot define the taxonomic consequences of different changes in diplograptid development. The thecal structure must be considered as having rather greater practical significance. This is important insomuch that it is a feature persisting even in a flattened state of preservation. Hence the writer believes that on thecal structure "*Climacograptus*" *retioloides* Wiman may be provisionally referred to genus *Gymnograptus* (comp. p. 320).

HYPOTHETICAL RELATIONSHIPS WITHIN THE LASIOGRAPTIDAE

The assignment of genus *Gymnograptus* to the Lasiograptidae throws a new light on the supposed phylogenetic relations within that family. The knowledge of the morphology in *G. linnarssoni* and *G. retioloides* to a certain extent completes the picture of morphological differentiation of lasiograptids, as it has been presented in forms so far investigated (Elles & Wood, 1908; Elles, 1922; Bulman, 1932*a*, 1947, 1953, 1955; Jaanusson, 1959 — in print).

Genus *Gymnograptus* undoubtedly comes closest to *Lasiograptus*. Nevertheless, the thecal appearance of *Lasiograptus* differs from conditions noted in *Gymnograptus*, in that the thecae are provided with a deep oblique incision of apertural border and wide ventral excavation (comp. Bulman, 1947, pl. 8, fig. 11). *Gymnograptus linnarssoni* and *G. retioloides*, on the other hand, are characterized by only slight ventral excavation and by suspended apertural margin (comp. p. 293) due to the presence of "angular fuselli", lacking in representatives of *Lasiograptus*. The main character of thecae in *Lasiograptus* may, therefore, be defined as a modified amplexograptid type, associated with the presence of clathrium (comp. also Bulman, 1955, p. 87). The thecae in *Gymnograptus*, on the other hand, may by defined as modified diplograptid thecae, associated with the presence of clathrium. For *Gymnograptus linnarssoni* an astogenetic succession of thecae is highly characteristic, similar to that in *Diplograptus* McCoy — with amplexograptid (lasiograptid) proximal and nearly orthograptid distal thecae.

The position occupied by some forms is, however, intermediate as e.g. that of our *Gymnograptus* sp. and to some extent also *Gymnograptus retioloides*. In the former apertural margins are straight or only slightly suspended, but it also lacks the deep apertural incision, so characteristic of *Lasiograptus*. This form is close to *Lasiograptus retusus* Lapw.; shape of thecae, absence of a tendency to form lacinia, strong development of the septal list — these are all features reasonably suggesting the assignment of *Lasiograptus retusus* to *Gymnograptus*. A better knowledge of the structure of this graptolite is needed to decide its systematic position. Should this suggestion prove sound, genus *Lasiograptus* Lapw. would only retain forms exhibiting a common structural type of thecae and provided with more or less developed lacinium (e.g. *L. harknessi*, *L. costatus*).

Gymnograptus and *Lasiograptus* have many features in common, but differences in thecal structure and in the tendency to develop lacinia justify the opinion that they have separate ancestry.

Gymnograptus would then be regarded as presenting more primitive stage of specialization (development of clathrium, lack of lacinia). Should

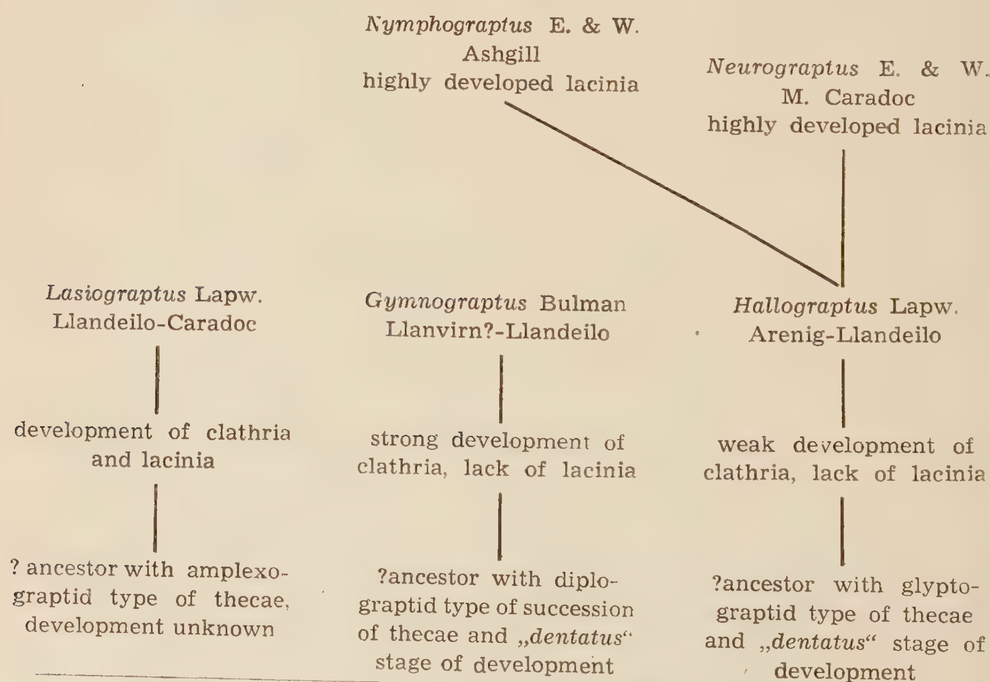
L. retusus be referred to *Gymnograptus* the stratigraphic range of this genus would stretch from the uppermost Llanvirn to the lower Llandeilo, while that of *Lasiograptus* s. str. — from the Llandeilo to the Caradocian. The latter would represent the more highly specialized group (comp. with diagram-tab. 6).

Gymnograptus, at least the line of *G. linnarssoni*, may be regarded as derivable from ancestors whose proximal thecae had a more or less "amplexograptid" appearance, while the distal ones were orthograptid, since this is the astogenetic succession encountered in *G. linnarssoni*. Their ancestor would then, on this ground, be referable to *Diplograptus* McCoy.

Lasiograptus s. str. represents the second trend (comp. diagram-tab. 6) with modified amplexograptid thecae, which suggests an amplexograptid ancestor. Evolution in this line was associated with development of clathrium and the tendency to form lacinia.

Table 6

Hypothetical relationships within the family Lasiograptidae Bulman



Into the Lasiograptidae would have to be included still another phylogenetic line, comprising *Hallograptus* Lapw., as well as genera *Neurograptus* Elles & Wood and *Nymphograptus* Elles & Wood; both

approaching *Hallograptus* Lapw. in the shape of thecae (Bulman, 1955, p. 88). In what thecal structure is concerned, *Lasiograptus hystrix* Bulman is nearer to *Hallograptus* than to *Lasiograptus* [4]. Its development probably differs considerably from that of *L. harknessi* (Bulman, 1947). From typical hallograptids this form differs in introversion of lip of the ventral aperture of thecae, while the general thecal appearance resembles *H. mucronatus* (Hall), the genoholotype of *Hallograptus*. This thecal type may be regarded as approaching the glyptograptid in which pleural lists have developed and ventral spines have originated. Since the development of *L. hystrix* Bulman likewise assigned to genus *Hallograptus*, may be readily traced from *Glyptograptus dentatus* (Bulman, 1947) the writer supposes as probable the descent of that line from a glyptograptid ancestor with the "*dentatus*" type of development. Genus *Hallograptus*, here representing the lower evolution stage, occurs in the Llandeilo, while genera *Neurograptus* and *Nymphograptus* occur in the Middle Caradocian and the uppermost Caradocian or Ashgillian. The two last named genera are characteristic by progressive complication of the lacinium. Their structure and mutual relations have not been elucidated.

Some forms, tentatively referred to the Retiolitidae (Bulman, 1955, p. 88, 89), exhibit distinctly lasiograptid appearance. Among them is *Orthoretiolites*, in thecal shape resembling genus *Hallograptus*, also *Plegmatograptus* and *Pseudoplegmatograptus*, both provided with lacinia. The relation of these forms to the Lasiograptidae calls for further investigation.

According to the above considerations, the family Lasiograptidae probably form a heterogeneous assemblage which consists of at least three different trends having probably more or less separate ancestry. This agrees with Prof. Bulman's opinion that Lasiograptidae are probably an "unnatural" group (*in litt.*). The present author, however, believes that every future division of this group (if necessary!) needs better knowledge of all forms here under consideration. The views here mentioned may only be regarded as a working hypothesis. Although it may be deemed precocious in view of the meagre knowledge now available on the majority of forms here, still the writer ventures to suppose that the preparation of such work schemes may prove helpful in future discussion of the studied problems.

Palaeozoological Laboratory
of the Polish Academy of Sciences
and of the Warsaw University
Warszawa, June 1959

[4] The writer's attention to this fact was called by Dr. Jaanusson.

REFERENCES

BEER, G. de. 1954. Archaeopteryx and evolution. — *Advancement Sci.*, **42** (after Gross, W. 1956).

BULMAN, O. M. B. 1932*a*. On the Graptolites prepared by Holm, I. — *Ark. Zool.*, 24 A, 8, 1-46, Stockholm.

— 1932*b*. On the Graptolites prepared by Holm, II—V. *Ibidem*, 24 A, 9, 1-29.

— 1932*c*. Notes on the evolution and morphology of certain Graptoloidea. — *Ibidem*, **24**, A, 13, 1-37.

— 1936. On the Graptolites prepared by Holm, VI. — *Ibidem*, **28**, A, 17, 1-107.

— 1944-47. A monograph of the Caradoc (Balclatchie) Graptolites from limestone in Laggan Burn. Ayrshire. — *Palaeontogr. Soc.*, **98**, 1—78, London.

— 1953. Some Graptolites from Ogygiocaris Series (4aα) of the Oslo district. — *Ark. Min. Geol.*, **1**, 17, 509-518, Stockholm.

— 1955. Graptolithina. *In:* Treatise on Invertebrate Paleontology, V. 1-95, Lawrence (Kansas).

COX, I. 1933. On Climacograptus inuiti sp. nov. and its development — *Geol. Mag.*, **70**, 1-19, London.

DAVIES, K. A. 1929. Notes on Graptolite Faunas of the Upper Ordovician a. Lower Silurian. — *Ibidem*, 66, 775, 1-27.

EISENACK, A. 1940. Regeneration im Bereich der Graptolithen Prosicula. — *Palaeont. Ztschr.*, **22**, 100-104, Berlin.

— 1951. Retiolithen aus dem Graptolithengestein. — *Palaeontographica*, **100**, A, 5, 129-163, Stuttgart.

ELLES, G. L. 1922. The graptolite faunas of the British Isles. A study in evolution. — *Proc. Geol. Assoc.*, **33**, 168-200, London.

ELLES, G. L. & WOOD, E. M. R. 1901-18. Monograph of British Graptolites, I-XI. — *Palaeontogr. Soc.*, **21**, 171-539, London.

GROSS, W. 1956. Über die "Watsonsche Regel". — *Palaeont. Ztschr.*, **30**, 1/2, 30-40, Stuttgart.

HADDING, A. 1913. Undre Dicellograptusskiffern i Skåne. — *Lunds Univ. Arsskr.*, N. F., **2**, 9, 15, 1-90, Lund.

HEDE, J. E. 1951. Boring through Middle Ordovician — Upper Cambrian strata in the Fågelsång District, Scania (Sweden), 1. — *Ibidem*, **2**, 46, 7, 1-80.

JAANUSSON, V. & STRACHAN. I. 1954. Correlation of the Scandinavian Middle Ordovician with the graptolite succession. — *Geol. Fören. Stockh. Förnh.*, **76**, 4, 684-696, Stockholm.

JAANUSSON, V. (in print). Graptoloids from Ontikan and Viruan limestones (Ordov.) of Estonia and Sweden. — *Bull. Geol. Inst. Upsala.*

KOZŁOWSKI, R. 1948. Les Graptolithes et quelques nouveaux groupes d'animaux du Tremadoc de la Pologne. — *Palaeont. Pol.*, **3**, 1-235, Warszawa.

— 1959. Les Hydroïdes ordoviciens à squelette chitineux. (Hydroidy ordowickie o szkielecie chitynowym). — *Acta Palaeont. Pol.*, **4**, 3, 209-271, Warszawa.

MÄNNIL, R. 1957. Estoniops — novyj rod trilobitov iz semejstva Phacopidae (Estoniops — a new genus of Phacopidae (Trilobita)). *Izv. Akad. Nauk Est. SSR*, **4**, 385-388, Tallin.

MOBERG, J. C. 1896. Geologisk Vägvisare inom Fogelsångstrakten. — *Medd. Lunds Geol. Fältkl.*, **2**, (after Bulman, O. M. B., 1953).

OBUT, A. M. 1958. Korelacija nekotorych častej razreza ordovikskich i silurijskich otloženij Estonskoj SSR po graptolitam (Correlation of some Silurian and

Ordovician sections in Estonian SSR on the base of graptolites). *In:* Thesis of lectures on scientific session in memory of academician F. B. Schmidt, 14-16, Tartu.

URBANEK, A. 1953. O dwóch gatunkach Monograptidae (Sur deux espèces de Monograptidae). — *Acta Geol. Pol.*, **3**, 2, 277-297, Consp. 100-107, Warszawa.

— 1954. Obserwacje nad morfologią pewnych Monograptidae (Some observations on the morphology of Monograptidae). — *Ibidem*, **4**, 2, 291-306, Consp. 78-88.

— 1958. Monograptidae from erratic boulders of Poland (Monograptidae z głazów narzutowych Polski). — *Palaeont. Pol.*, **9**, 1-100, Warszawa.

WAERN, B., THORSLUND P., HENNINGSMOEN, G. 1948. Deep boring through Ordovician and Silurian strata at Kinnekulle, Vestergötland. — *Bull. Geol. Inst. Upsala*, **32**, 337-474, Uppsala.

WALKER, M. 1953. The development of a Diplograptid from Platteville limestone. — *Geol. Mag.*, **90**, 1-16, Hertford.

WIMAN, C. 1895. Über die Graptolithen. — *Bull. Geol. Inst. Upsala*, **2**, 4, 239-316, Uppsala.

— 1908. Studien über das Nordbaltische Silurgebiet. — *Ibidem*, **8**, 73-168.

ADAM URBANEK

BADANIA NAD GRAPTOLITAMI

II. O ROZWOJU I BUDOWIE GRAPTOLITÓW Z RODZAJU *GYMNOGRAPTUS* BULMAN

Streszczenie

W pracy opisano astogenezę i morfologię *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg) i *G. retioloides* (Wiman) oraz fragment rabdozomu *Gymnograptus* sp. Materiał wypreparowano z pięciu głazów narzutowych wieku środkowo-ordowickiego, pochodzenia skandynawskiego.

Gymnograptus linnarssoni (Moberg) jest charakterystyczną formą dla dolnej części środkowego ordowiku Bałtoskandii. Jednakże dotychczas nie poznano dokładnie budowy i rozwoju tego graptolita, gdyż znany był jedynie w stanie spłaszczonym, lub wypreparowany był ze skał ze zbyt silnie zwęgloną perydermą. Na podstawie okazów znalezionych w Polsce (głazy 0.94 i 0.96 z Jarosławca, Pomorze Zachodnie) gatunek ten można określić jako graptolita biserialnego z tekami proksymalnymi, zbliżonymi do lasiograptusowych, dystalnymi zaś — prawie ortograptusowymi. Pierwsze dwie teki pozbawione są wyrostków aperturalnych, następne opatrzone są kolcami subaperturalnymi, podwójnymi lub potrójnymi, o bardzo zmiennym kształcie. Krawędzie tek tworzą silne zgrubienia perydermy, dające w rezultacie rodzaj clathrium,

na którym rozpięta jest ścieniała błona perydermalna. Sikula opatrzona jest wirgellą i kolcem dorsalnym. Rozwój diplograptidowy; cztery lub pięć pierwszych tek alternuje, pozostałe począwszy od tek 3^1 i 3^2 tworzyły dwie niezależne serie. Jednakże septum medialne, we właściwym tego słowa znaczeniu, tu nie istnieje; brak bowiem błony perydermalnej, rozdzielającej obie serie tek. Wirgula przytwierdza się do rabdozomu przy pomocy beleczek, mających kształt litery „U" i stanowiących odpowiedniki pierścieni abaperturalnych. Budowa taka odpowiada formom septalnym; ponieważ jednak właściwego septum brak, proponuję zastosować tu termin „kryptoseptum".

Gymnograptus retioloides (Wiman) nie jest znany „in situ", a poprzednio opisany był na podstawie fragmentarycznego okazu, pochodzącego z głazu narzutowego (Wiman, 1895). Obecnie, na podstawie materiału wypreparowanego z dwu głazów narzutowych (0.26 i 0.31 z przedmieścia Poznania — Czerwonak), można było wyjaśnić jego astogenezę i budowę. Jest to graptolit biserialny, z tekami zbliżonymi do typu lasiograptusowego. Pierwsze dwie teki opatrzone są nieparzystymi kolcami subaperturalnymi, pozostałe — rozdwojonymi wyrostkami subaperturalnymi w postaci podwójnej pętli, na której rozpięta jest cienka błona perydermalna. Clathrium silnie rozwinięte, peryderma natomiast cienka. Sikula opatrzona tylko wirgellą, rozwój diplograptidowy septalny. Pięć pierwszych tek alternuje; pączkowanie tek 1^1 i 1^2 oraz 2^1 i 2^2 — jak w stadium „*dentatus*", lecz zarówno teka 3^1, jak i 3^2 powstają z teki 2^2. Gatunek ten zaliczony był przez Wimana do rodzaju *Climacograptus* Hall. Różni się jednak od klimakograptusów budową tek, obecnością clathrium, przekrojem rabdozomu i budową wyrostków. Najwięcej cech zdaje się zbliżać go do *Gymnograptus* Bulman, choć i tu występują dość znaczne różnice w typie rozwoju i budowie wyrostków subaperturalnych. Być może różnice te można by uznać za wystarczające dla ustanowienia nowego podrodzaju lub rodzaju. Autor jednak uważał za stosowne zaliczyć tę formę prowizorycznie do *Gymnograptus*, kierując się ogólnym pokrojem rabdozomu i kształtem tek oraz unikając tworzenia monotypowej jednostki taksonomicznej.

Gymnograptus sp. opisany został na podstawie tylko jednego fragmentu części dystalnej rabdozomu (głaz 0.181 z Mocht, 40 km NW od Warszawy). Zbliża się on do *Lasiograptus retusus* Lapworth i może być nawet identyczny z nim gatunkowo.

Do rodzaju *Gymnograptus* Bulman, dotychczas monotypowego, należy — zdaniem autora — zaliczyć obecnie także „*Climacograptus*" *retioloides* Wiman i prawdopodobnie „*Lasiograptus*" *retusus* Lapworth. Rodzaj ten winien być zaliczony do rodziny Lasiograptidae Bulman, w obrębie której stanowi prawdopodobnie ogniwo cechujące się niższym stopniem specjalizacji, niż *Lasiograptus* Lapworth. Przypuszczenie to opiera autor na analizie porównawczo-anatomicznej opisanych form i innych dotychczas poznanych graptolitów, należących do zbliżonych grup systematycznych.

OBJAŚNIENIA DO ILUSTRACJI

Fig. 1 (p. 282)

Gymnograptus linnarssoni (Moberg), młoda metasikula z fragmentem prosikuli, *vi* wirgella; ca. × 62 (głaz 0.94).

Fig. 2 (p. 282)

Gymnograptus linnarssoni (Moberg), metasikula z pączkiem pierwotnym i otworem dla pączka 1^2, *A* od strony „reverse“, *B* od „obverse“; ca. × 62 (głaz 0.94).

Fig. 3 (p. 283)

Gymnograptus linnarssoni (Moberg), budowa fuzellarna proksymalnej części rabdozomu, strona „reverse“; *vi* wirgella, *ds* kolec dorsalny; ca. × 50 (głaz 0.94).

Fig. 4 (p. 284)

Gymnograptus linnarssoni (Moberg), budowa fuzellarna proksymalnej części rabdozomu od strony „reverse“; *vi* wirgella, *ds* kolec dorsalny, *r* przypuszczalnie zregenerowana część perydermy; ca. × 50 (głaz 0.96).

Fig. 5 (p. 285)

Gymnograptus linnarssoni (Moberg), budowa fuzellarna proksymalnej części rabdozomu od strony „obverse“. Okaz, powiększenie i objaśnienia — jak fig. 4.

Fig. 6 (p. 287)

Diagram uwidoczniający granice i wzajemne stosunki topograficzne tek oraz stosunek wirguli do rabdozomu u *Gymnograptus linnarssoni*: *A* proksymalna część rabdozomu od strony „reverse“, *B* schematyczny widok od góry przedstawiający stosunek wirguli do septum intertekalnego. Granice tek na stronie przeciwnej zaznaczono liniami przerywanymi; *v* wirgula, *abp* pierścień abaperturalny, ca. × 25.

Fig. 7 (p. 287)

Diagram uwidoczniający granice i wzajemne stosunki topograficzne tek oraz stosunek wirguli do rabdozomu u *Gymnograptus linnarssoni*, widziane od strony „obverse“. Granice tek na stronie przeciwnej zaznaczono liniami przerywanymi; *v* wirgula, *abp* pierścień abaperturalny, *ap* listewka aperturalna, *pl* listewki pleuralne, *sept* listewki septalne; ca. × 25.

Fig. 8 (p. 288)

Rekonstrukcja przypuszczalnego sposobu pączkowania u *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg).

Fig. 9 (p. 292)

Gymnograptus linnarssoni (Moberg), bardziej dystalna część rabdozomu, widziana lateralnie; ca. × 50 (głaz 0.94).

Fig. 10 (p. 293)

Gymnograptus linnarssoni (Moberg), budowa fuzellarna jednej z tek bardziej dystalnych, okaz — jak fig. 9 i pl. I, fig. 2; *ap* listewka aperturalna, *p* wyrostek subaperturalny, *par* listewka parietalna, *pl* listewka pleuralna, *sept* listewka septalna; ca. × 58 (głaz 0.94).

Fig. 11 (p. 293)

Gymnograptus linnarssoni (Moberg), budowa fuzellarna ścianki wentralnej teki; *bp* nasada wyrostków subaperturalnych, *pl* listewki pleuralne; ca. × 92 (głaz 0.96).

Fig. 12 (p. 295)

Gymnograptus linnarssoni (Moberg), budowa fuzellarna nasadowej części wyrostka subaperturalnego, uproszczone, części rekonstruowane zaznaczono liniami przerywanymi; ca. × 116 (głaz 0.94).

Fig. 13 (p. 305)

Diagram ilustrujący sposób pączkowania tek u *Gymnograptus retioloides* (Wiman).

Fig. 14 (p. 305)

Stosunek między tempem pączkowania pierwszej i drugiej serii rabdozomu *Gymnograptus retioloides* (Wiman); *v* wirgula, *vi* wirgella, *ms* septum medialne. Oparte na okazie pl. I, fig. 3.

Fig. 15 (p. 311)

Budowa clathrium u *Gymnograptus retioloides* (Wiman), diagram oparty na konkretnym okazie; *am* pierścień apertury sikuli, *abp* pierścień abaperturalny, *ap* listewka aperturalna, *bp* część nasadowa wyrostków, *par* listewki parietalne, *pl* listewki pleuralne, *sept* listewka septalna, *th. cc* zgrubienie wokół kanału krzyżującego teki 2^1, *v* wirgula, *vi* wirgella, *vl* listewka wentralna, ca. × 25.

Fig. 16 (p. 314)

Gymnograptus retioloides (Wiman), budowa fuzellarna septum medialnego teki 4^1; *ov* strona „obverse“, *rv* strona „reverse“, *s* krawędź proteki i septum medialnego, *si* sikula, *abp* odpowiednie pierścienie abaperturalne, *v* wirgula; ca × 93 (głaz 0.31).

Fig. 17 (p. 315)

A schematyczny przekrój poprzeczny rabdozomu *Gymnograptus retioloides* (Wiman), oparty na rabdozomie widzianym od góry, *B* to samo u *Climacograptus* cf. *scharenbergi*; *abp* pierścień abaperturalny, *v* wirgula; ca. × 25.

Fig. 18 (p. 322)

Gymnograptus sp., *A* fragment rabdozomu widziany lateralnie, *B* schematyczny fragment septum medialnego, *C* wyrostek subaperturalny widziany od góry; ca. × 25 (głaz 0.181).

Text-pl. I (p. 296)

Gymnograptus linnarssoni (Moberg), zmienność postaci wyrostków subaperturalnych; *1-3* tek proksymalnych: *1* wolna część wirgelli, *2, 3* wyrostki tek 2^1 i 2^2; *4-8* tek dystalnych: 4 zawiązek wyrostka subaperturalnego; ca. × 76 (głazy 0.94 i 0.96).

Text-pl. II (p. 300)

Gymnograptus retioloides (Wiman), rozwój sikuli i pączkowanie pierwszej teki: *1* prosikula bez żeberek podłużnych, ca. × 95; *2* prosikula z żeberkami podłużnymi, ca × 95; *3* młoda metasikula widziana z dwu stron (*a*, *b*), ca. × 125; *4* bazalna część wirgelli, ca. × 145; *5* sikula z pierwszą teką, *a* od strony „reverse“, *b* wentralnie, *c* od strony „obverse“, ca. × 47,5 (*1-3* głaz 0.26, *4-5* głaz 0.31).

Text-pl. III (p. 302)

Gymnograptus retioloides (Wiman): *1*, 2 pączkowanie tek 2^1 i 2^2 od strony „reverse“; *cc* kanał krzyżujący teki 2^1, *si* sikula; ca. × 63 (głaz 0.31).

Text.-pl. IV (p. 304)

Gymnograptus retioloides (Wiman), młody rabdozom w stadium czterech tek: *A* od strony „reverse“, *B* od strony „obverse“, *n* wnęka dla septum intertekalnego teki 3^1, *v* wirgula, *vi* wirgella; ca. × 50 (głaz 0.26).

Text-pl. V (p. 306)

Gymnograptus retioloides (Wiman), budowa fuzellarna proksymalnej części rabdozomu, uproszczona; części zrekonstruowane zaznaczono liniami przerywanymi: *A* od strony „reverse“, *B* od strony „obverse“; ca. × 50 (głaz 0.31).

Text-pl. VI (p. 309)

Gymnograptus retioloides (Wiman), budowa fuzellarna tek, *1* teka 7^1 widziana lateralnie, drobnych szczegółów perydermy nie uwzględniono, ca. × 50; *2* teka widziana wentralnie, widoczna budowa septum intertekalnego, ca. × 98; *3* teka widziana lateralnie, budowa nieco inna niż na fig. 1, ca. × 50; *4* apertura teki 6^2 z fuzellusami kątowymi, *am* krawędź apertury, *a* łuki wyrostków, *ax* część osiowa wyrostka, *iths* septum intertekalne, ca. × 90 (głaz 0.31).

Text-pl. VII (p. 312)

Gymnograptus retioloides (Wiman), budowa wyrostków subaperturalnych, *1* teki *n* (3 lub 4), *a* od góry, *b* lateralnie, ca × 115; *2* teki (*n*+4), *a* od góry, *b* lateralnie, ca. × 115; *3* zawiązek wyrostka subaperturalnego teki 1^1, ca. × 270 (okaz — jak Text-pl. II, fig. 5); *4* budowa fuzellarna wyrostka teki 1^2, ca. × 270 (okaz — jak Text-pl. III, fig. 1), (głaz 0.31).

Pl. I

Fig. 1, 2. *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg), *1* proksymalna część rabdozomu, strona „reverse" (głaz 0.96, Jarosławiec), *2* środkowa część rabdozomu, okaz nieco bardziej uszkodzony niż na fig. 9 (głaz 0.94, Jarosławiec); ca. × 25.

Fig. 3. *Gymnograptus retioloides* (Wiman), proksymalna część rabdozomu, strona „reverse", widoczne nierówności perydermy (głaz 0.31, Poznań-Czerwonak); ca. × 25.

Fig. 4. Fragment septum medialnego u *Climacograptus* sp., widoczna wypadająca błona perydermalna (wyspa Öland, Seby, „Schroeteri" Limestone); ca. × 37,5.

Pl. II

Gymnograptus retioloides (Wiman)

Fig. 1. Proksymalna część rabdozomu, strona „reverse"; ca. × 25.

Fig. 2. Ten sam okaz, strona „obverse"; ca. × 25.

Fig. 3. Wypreparowany wyrostek subaperturalny, widziany od góry: ca. × 62,5.

Fig. 4-7. Mikrotomowe przekroje poprzeczne wirguli: *4, 5* prawdopodobnie fragment bardziej proksymalny i młodszy; *6, 7* prawdopodobnie fragment bardziej dystalny i starszy; ca. × 1000. Przekroje *4, 6, 7* — grubości 5 μ, przekrój *5* — grubości 6 μ.

(Głaz 0.31, Poznań-Czerwonak).

АДАМ УРБАНЭК

О РАЗВИТИИ И СТРОЕНИИ ГРАПТОЛИТОВ РОДА *GYMNOGRAPTUS* BULMAN

Резюме

В работе дано описание астогенеза и морфологии *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg) и *Gymnograptus retioloides* (Wiman), а также фрагмента рабдосомы *Gymnograptus* sp. Материал отпрепарирован из пяти валунов, сложенных средне-ордовикскими известняками скандинавского происхождения.

Gymnograptus linnarssoni (Moberg) является характерной формой для нижней части среднего ордовика Балтоскандии. Однако до сего времени не было установлено точное строение и развитие этого граптолита, известного единственно в виде сплющенном, а если отпрепарированном из породы, то с сильно обугленной перидермой. Основываясь на образцах найденных в Польше (валуны 0.94

и 0.96 из Ярославца, Западное Поморье), граптолиты принадлежащие к этому виду можно определить как бисерийные, с проксимальными теками близкими к ласиограптусовым, и с почти ортограптусовыми дистальными. Первые две теки лишены апертурных отростков; следующие снабжены двойными или тройными субапертурными шипами очень изменчивой формы. Перидерма на краях тек сильно утолщена, образуя clathrium, на котором растянута утонченная перидермальная перепонка. Сикула снабжена виргеллей и дорсальным шипом. Развитие диплограптидовое. Первые четыре-пять тек расположены вперемежку; остальные же, начиная с тек 3^1 и 3^2, образуют две независимые серии. Однако медиальная перегородка (septum), в собственном этого слова значении, отсутствует, так как нет перидермальной перегородки разделяющей обе серии тек. Виргула прикрепляется к рабдосоме посредством балочек в виде буквы „U", представляющих собой эквивалент абапертурных колец. Такое строение соответствует формам септальным, однако ввиду отсутствия истинной септы предлагается применить в данном случае термин „cryptoseptum".

Gymnograptus retioloides (Wiman) не известен „in situ", а раньше был описан на основании фрагментарного образца из валуна (Wiman, 1895). Сейчас, на основании материала отпрепарированного из двух валунов (0.26 и 0.31 из предместья города Познань-Червонак), можно выяснить его астогенез и строение. Является он бисерийным граптолитом с теками, приближающимися к типу ласиограптусовому. Первые две теки снабжены непарными субапертурными шипами, прочие — раздвоенными субапертурными отростками в виде двойной петли, на которой растянута тонкая перидермальная перепонка. Clathrium сильно развит. Перидерма тонкая. Сикула снабжена только виргулой; развитие диплограптидовое — септальное; альтернирует пять первых тек, почкование тек 1^1 и 1^2, а также 2^1 и 2^2 как в стадии „*dentatus*", но теки 3^1 и 3^2 почкуют из теки 2^2. Вид этот отнесен был Виманом к роду *Climacograptus* Hall. От климакограптусов отличается однако строением тек, присутствием clathrium, очертанием разреза рабдосомы и строением отростков. Большинство признаков приближает его повидимому к *Gymnograptus* Bulman, хотя и тут существуют довольно значительные отличия в типе развития и в строении субапертурных отростков. Может быть, что различия эти могут быть признаны достаточными для выделения нового рода или подрода. Однако автор считает уместным отнести эту форму предварительно к *Gymnograptus* руководствуясь общим покроем рабдосомы и формой тек, а также во избежание установления монотипной таксономической единицы.

Gymnograptus sp. описан на основании только одного фрагмента (из валуна 0.181 из Мохт, 40 км NW от Варшавы) дистальной части рабдосомы. Приближается он к *Lasiograptus retusus* Lapworth и может быть даже с ним тождественным. Согласно мнению автора, к монотипному до сих пор роду *Gymnograptus* Bulman следует отнести также „*Climacograptus*" *retioloides* Wiman, а возможно что и „*Lasiograptus*" *retusus* Lapworth. Этот род следует отнести к семейству Lasio-

graptidae Bulman, среди которого составляет он по всей вероятности эволюционное звено, отличающееся более низким уровнем специализации по сравнению с *Lasiograptus* Lapworth. Это предположение обосновывает автор сравнительно анатомическим анализом описанных форм и других изученных до настоящего времени граптолитов, относящихся к близким систематическим группам.

EXPLANATION OF PLATES

Pl. I

Fig. 1, 2. *Gymnograptus linnarssoni* (Moberg). *1* proximal part of rhabdosome, reverse side (boulder 0.96, Jarosławiec), *2* medial part of rhabdosome, lateral view, specimen somewhat more damaged as compared with text-fig. 9 (boulder 0.94, Jarosławiec); ca. × 25.

Fig. 3. *Gymnograptus retioloides* (Wiman), proximal part of rhabdosome, reverse side, showing roughnesses of periderm (boulder 0,31, Poznań-Czerwonak); ca. × 25.

Fig. 4. Fragment of the median septum in *Climacograptus* sp. showing peridermal membrane just falling out (Öland, loc. Seby, "Schroeteri" Limestone); ca. × 37,5.

Pl. II

Gymnograptus retioloides (Wiman)

Fig. 1. Proximal part of rhabdosome, reverse side; ca. × 25.

Fig. 2. Ditto, obverse side; ca. × 25.

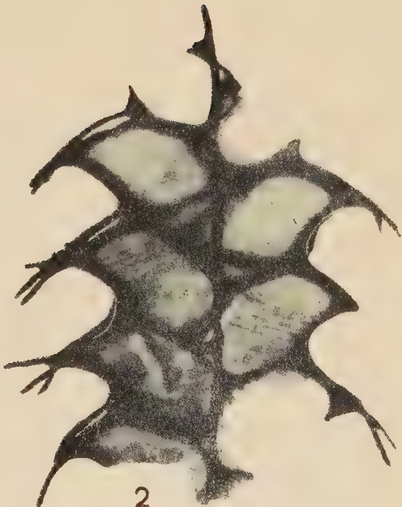
Fig. 3. Isolated subapertural process, top view; ca. × 62,5.

Fig. 4—7. Microtome cross sections of virgula: *4, 5* probably more proximal and younger fragment; *6, 7* probably more distal and older fragment; ca. × 1000. Sections *4, 6, 7* — cut at 5μ, section *5* — cut at 6μ.

(Boulder 0.31, Poznań-Czerwonak).



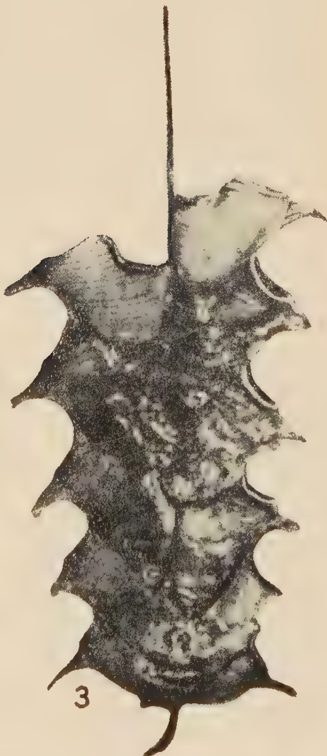
4



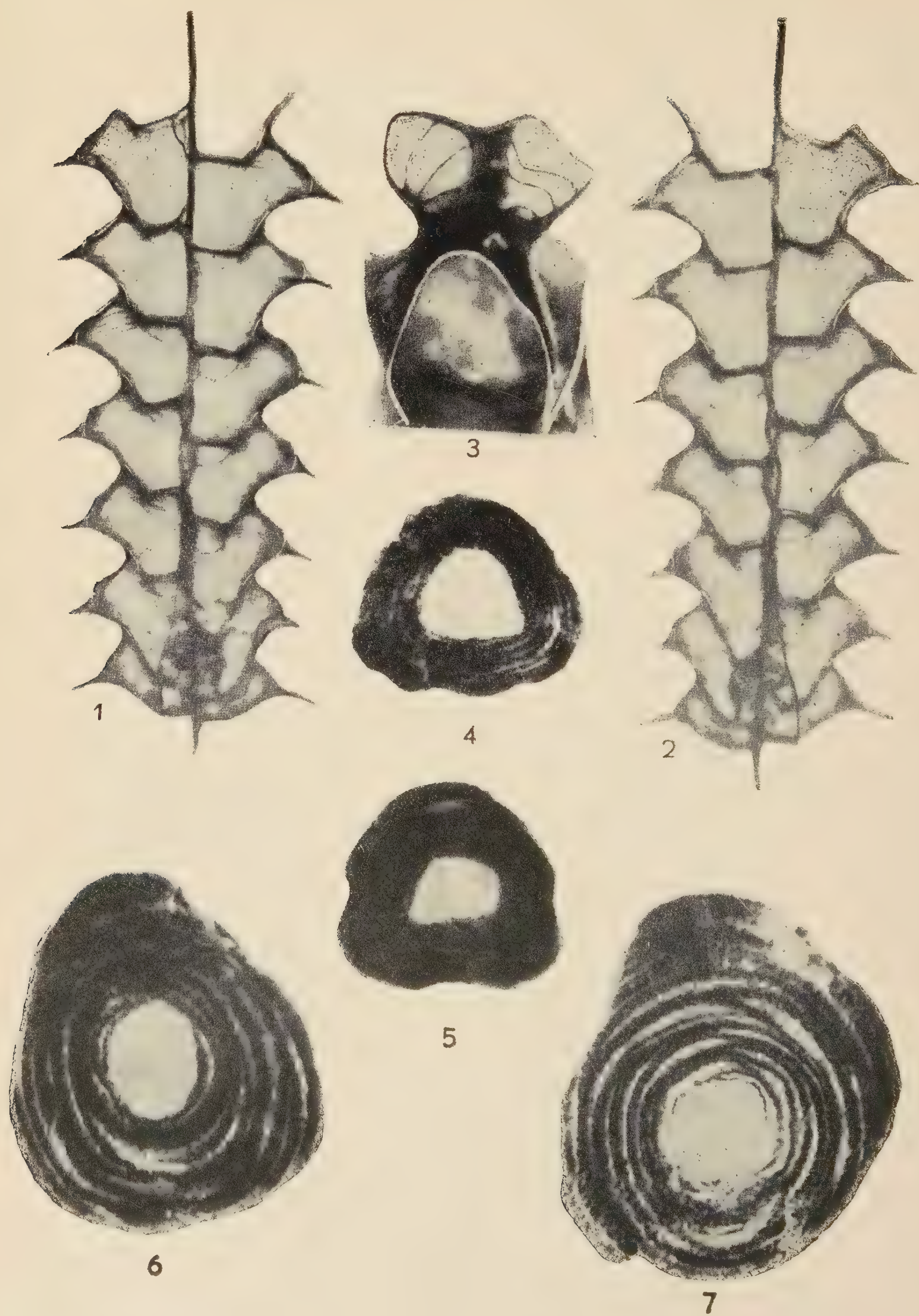
2



1



3


1
2
3
4
5
6
7

A C T A P A L A E O N T O L O G I C A P O L O N I C A

Vol. IV 1 9 5 9 No. 3

WANDA JESIONEK-SZYMAŃSKA

REMARKS ON THE STRUCTURE OF THE APICAL SYSTEM OF IRREGULAR ECHINOIDS

Abstract. — The author presents the results of an analysis of the test in *Pygomalus ovalis, P. analis, Pygorhytis ringens, Collyrites* sp. and *Disaster* n. sp. where she has observed the presence of the 5th genital plate. Its displacement is discussed and is shown to be similar to that occurring in the ontogenetic development of *Echinocardium cordatum*. Moreover, in order to homologize the plates of the apical system in echinoids, the writer has also used the crystallographic method, on the ground that the optic axis of the particular plates displays a fairly constant inclination angle. It is supposed that in some genital plates the inclination angle of the optic axis is determined by its position in the remains of the larval skeleton around which these plates arise.

INTRODUCTION

One of the most noteworthy features in echinoid evolution is the migration of the periproct away from the apical system and its progressive shifting towards the oral side. It is generally recognized that in the majority of irregular echinoids this fact is responsible for the disappearance of the 5th genital plate lying in the path of the periproct migration.

An examination of the material, collected between 1954 and 1958 from Bathonian, Callovian and Lower Oxfordian beds in the Kraków-Częstochowa Jurassic, sheds some light on the history of that genital in certain irregular echinoids. The presence in these forms of a vestigial 5th genital has, moreover, been confirmed by crystallographic studies.

The present paper has been prepared at the Palaeozoological Laboratory of the Polish Academy of Sciences in Warsaw, under the guidance of Professor Roman Kozłowski, for whose most valuable and helpful suggestions the writer here wishes to convey her very sincere thanks.

She also thanks Miss St. Mączyńska and Mrs. E. Popiel-Barczyk for the loan of Cretaceous echinoids, much needed as comparative material.

The crystallographic analyses have been carried out by the staff of the Institute of Petrography of the Geological Survey of Poland.

DESCRIPTION

The Disasteridae Gras [1] belong to one of the oldest families of irregular echinoids. Their morphology, however, is far removed from that of their regular ancestors. Among others, this is expressed by the complete separation of the periproct from the apical system. During its backward migration the periproct was accompanied by two ambulacra (I and V) responsible for the disjunct type of the apical system which is an essential character of the Disasteridae.

Representatives of this family have been described in many papers, of which the most comprehensive one is K. Beurlen's monograph (1934).

Nevertheless, a close examination of the test of individuals belonging to genera *Pygorhytis, Pygomalus, Collyrites* and *Disaster* has revealed the presence at the base of the periproct of a plate so far never described. Here below are data provided by the study of this plate in several representatives of the Disasteridae.

Pygomalus ovalis Leske (Bathonian)

(pl. I, fig. 1, 2)

Plate relatively large, crescentic. Its upper tips are in contact with the elongate ocular plates I and V (not shown in the photo). These 3 elements, surrounding the periproct, are in extremely loose contact with the remaining parts of the test; they are rarely preserved. Hence after they have fallen off, the shape of the periproct, originally pear-like, becomes irregular (pl. I, fig. 2). In thin section under crossed nicols, at full turning of the stage (360°) this plate displays strong, fourfold enlightenment, while the adjacent elements of the test remain dark.

Pygomalus analis Agassiz (Bathonian)

(fig. 1*A*)

Plate considerably smaller than in preceding form, variable in shape. Essentially it is crescentic, but the hollow may be much deeper and the tips longer. Occasionally the two tips are not uniformly elongated (fig. 1*A*). Sometimes, viewed externally, it looks like a narrow list, being then

---

[1] The writer retains the systematics adopted by T. Mortensen (1950). She does not see sound grounds for the separation of this family into the Disasteridae Gras and Collyritidae d'Orbigny, as suggested by J. W. Durham and R .V. Melville (1957).

very thick. Owing to the coalescence with the adjacent plates it is preserved in all specimens. To ascertain its presence it is necessary to emphasize the sutures by colouring with methyl blue and coating with glycerine. Under crossed nicols this plate behaves as that described above.

Pygorhytis ringens Agassiz (Bathonian and Lower Oxfordian)
(fig. 1*B*)

Plate relatively large, tips not much elongate, rather broad. Not intimately united with the test (clearly delimited), often preserved.

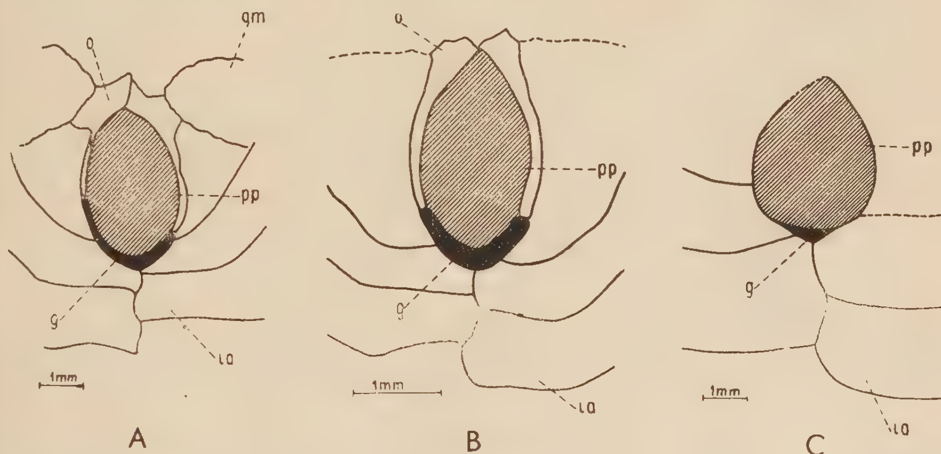


Fig. 1. — A *Pygomalus analis*, B *Pygorhytis ringens*, C *Collyrites* sp.; *am* ambulacrum, *ia* interambulacrum, *g* crescentic plate, *o* ocular plate, *pp* periproct.

Behaviour under crossed nicols as that of the preceding forms. Structure of specimens from Bathonian and Oxfordian is in this respect similar.

Collyrites sp. (Callovian)
(fig. 1*C*)

Plate extremely small, constituting only a small segment of the periproct rim. Not contacting with the oculars which, in this genus, together with the distal ambulacra, are considerably removed from the periproct. The plate is not readily discernible owing to its coalescence with the surrounding plates. Due to the unsatisfactory state of preservation it has not been possible to ascertain whether it is present in every specimen. As in the previously described specimens, it is clearly visible under crossed nicols.

Disaster n. sp. (Lower Oxfordian)
(pl. I, fig. 3; text-fig. 2)

Plate of variable size, centrally sometimes moderately raised, at others forming only a narrow list (fig. 2*a*). Viewed internally, it has the appearance of a small ridge (fig. 2*b*); when broken off the test, it leaves a distinct

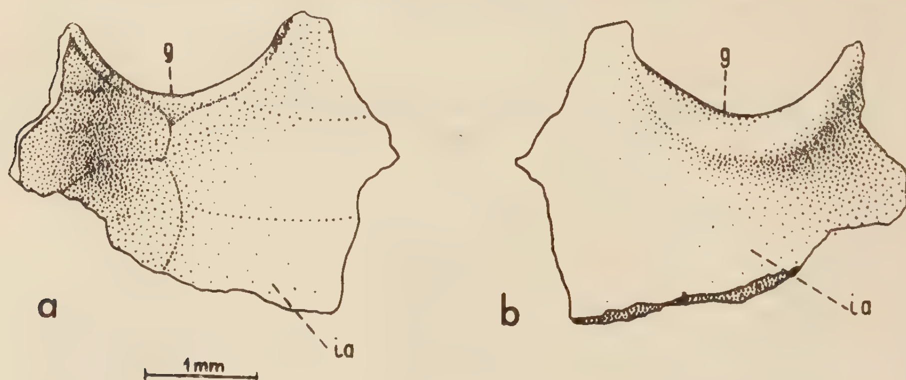


Fig. 2. — *Disaster* n. sp., periproctal area: *a* external view, *b* internal view, *g* crescentic plate, *pp* periproct.

depression on the mould. Strongly united with the test, present in all specimens. Readily discernible under crossed nicols (pl. I, fig. 3).

GENERAL REMARKS

When analysing the structure of the test near the periproct, as seen in the described forms, it may be noted that the considered plate does not belong to the system of interambulacral plates surrounding the periproct. It is symmetrically placed in relation to the suture connecting the two series of the interambulacral plates. Neither it is referable to the periproctal plates since it lies distinctly outside the periproct. In shape it greatly resembles (particularly so in *Pygomalus ovalis*) the 5th genital of such forms, as e.g. *Acrosalenia angularis* (fig. 3*A*). In the latter form we may observe the deformation of the 5th genital in forms with a tendency to periproct migration outside of the apical system.

The history of the 5th genital during further migration of the periproct has not, so far, been studied in fossil specimens. Its presence has not been recorded in the most ancient irregular echinoids, even those where the periproct is in contact with the apical system (Pygasteridae, Galeropygidae). Hence the inference that it had been completely removed by the shifting periproct. Some scanty information on this question is given by

H. L. Hawkins (1943). In a specimen of *Plesiechinus* from the Middle Lias of Nevada he noted the occurrence of a vestigial 5th genital at the base of the periproct in the form "of a slender rim". No further details, however, are available, since this material has not yet been described. The presence of a 5th genital in the Holectypidae and Discoidiidae constitutes a separate problem which will be discussed in a chapter dealing with the crystallographic study of echinoid test.

Some light is shed on the migration mechanism of the periproct, as well as on certain consequences of this phenomenon by studies on the ontogeny of *Echinocardium cordatum* (I. Gordon, 1927). The presence of

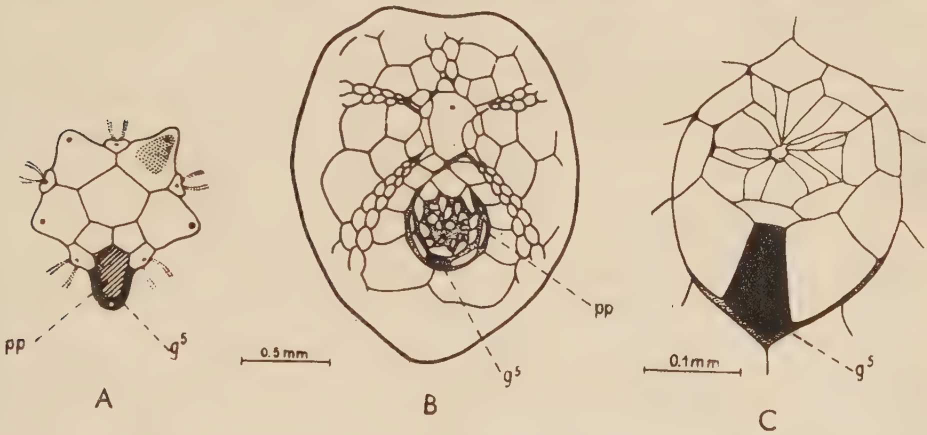


Fig. 3. — A *Acrosalenia angularis* (after Cuénot, 1948), apical system; B *Echinocardium cordatum* (after Gordon, 1927), young specimens; C *Echinocardium cordatum* (after Gordon, 1927), periproct; g_5 5th genital plate, *pp* periproct. All the figures redrawn with some modifications.

five incipient genitals has been ascertained in the early development stages, though four only persist in the apical system of adult individuals. The 5th genital plate is gradually shifted by the periproct which, with individual growth, continues to retreat farther away (fig. 3*B*) from the centre of the apical system where it is initiated. Finally the periproct will occupy a supramarginal position (analogous to that in the above described Disasteridae), while the 5th genital is not eliminated, but becomes one of the periproctal plates (fig. 3*C*). Hence it may be concluded that the periproct migration need not have destroyed the 5th genital, but displaced it and deprived it of its original function.

On these suggestions we may suppose a similar migration mechanism to have operated in the periproct of the Disasteridae. The results of this evolutionary process, however, are different inasmuch that in the Disasteridae the 5th genital did not become one of the periproctals, but was incorporated into the test as an element surrounding the periproct.

On morphological observations supported by embryological data the writer feels justified to recognize the plate noted in *Pygomalus, Pygorhytis, Collyrites* and *Disaster* as the vestigial 5th genital. Crystallographic studies have confirmed this conclusion.

The use of the optical methods in the study of the skeleton of Echinoderms is based on the widely known fact that every one of the skeletal elements is a separate calcite crystal. This has been proved on optical properties and characteristic cleavage. Further confirmation has been provided by X-ray examination (C. D. West, 1937). This particular property of the echinoderm skeleton has, among others, been taken into consideration when studying the skeletons of Ophiuroidea and Crinoidea (S. Becher, 1914). In the case of echinoids the crystallographic orientation was helpful in determining the origin of the particular elements of the lantern of Aristotle (H. L. Hawkins, 1934). The optical properties of the skeleton of echinoderms have proved valuable when tracing the growth stages in representatives of this type of animals. Under crossed nicols the contours of plates are very distinct, facilitating detailed observations.

During examination under crossed nicols of the early growth stages of the skeleton of *Echinus miliaris*, J. Gordon (1926) ascertained that in the apical system of a markedly small individual the 3rd and 5th genitals long remain readily distinguishable by their pale colouration. Without detailed discussion of this feature, she interpreted it as a difference in the texture of plates. Similar observations have been made by that author during the studies on the ontogeny of *Echinocardium cordatum* (1927) when she noted that in young individuals the 3rd genital and the so-called plate Y (subsequently proved to be the 5th genital) are distinctly lighter than the remaining genitals.

On the difference of colouration mentioned by J. Gordon, L. v. Ubisch suitably shaded the plates of the apical system figured by him (1927, p. 555, fig. 13). Similarly as Gordon, Ubisch did not search for the causes of this feature, but only stressed its symmetry in relation to the "Primordialebene" established by him in 1913. Gordon's observations are associated with the orientation of the optic axis in the particular plates of the apical system. This problem has been lately dealt with by Lucas (1953). That author has investigated the genitals of some recent and fossil regular echinoids. Information resulting from his studies may be summarized as follows.

In three genital plates (the so-called *B* group) the optic axes are vertical to the surface, while in the remaining one (group *A*) they are parallel. The composition of the two groups (*A* and *B*) presents two variants, resulting in two types of crystallographic symmetry of the apical system of echinoids.

Type I. Group *B* consisting of the 1st, 2nd and 4th genitals (numbering after Loven), while the 3rd and 5th plates make up group *A*.

This scheme permits the plotting of a plan of the crystallographic symmetry which extends through the IInd ocular and the 4th genital.

Type II. Group *B* consisting of the 1st, 3rd and 4th genitals, while group *A* is made up of the 2nd and 5th plates.

Here the plane of crystallographic symmetry extends through the IVth ocular and the 1st genital.

On these data Lucas has advanced a concept concerning the origin of the apical system in echinoids. This is not mentioned in the present paper since it is outside its scope.

Lucas' method was adapted by A. Devriès (1954) in the study of the apical system of irregular echinoids, particularly those of genus *Hemiaster*. The absence from the apical system of the studied forms of the 5th genital was confirmed by him through optical methods.

RESULTS OF THE AUTHOR'S OBSERVATIONS

By ascertaining the constant position of the optic axis in the particular plates of the apical system, new possibilities have been provided for their homologization. From this standpoint it has been deemed interesting and recommendable to investigate the position of the optic axis in the plate observed in some Disasteridae, which on morphological and embryological observations has been recognized as being the 5th genital, removed from its original position in the apical system by the migrating periproct.

Measurements of the position of the optic axis were taken on universal rotating stage mounted into Row's microscope. Since the maximum deviation of the stage here is 60°, it was not possible to give more accurate results for higher magnitudes of angles. These examinations were made in thin sections, and involved not only the periproctal area, but the apical systems too. Other fossil and recent echinoids were analogously measured for comparative studies.

The obtained results are tabulated on p. 346 (tab. 1).

In items 1-4 measurements concerning the 5th genital are those ascertained in a plate found at the base of the periproct. On item 8, on Gordon's suggestions, one of the periproctal plates has been recognized as the 5th genital plate.

The quoted results only to a certain extent agree with those obtained by Lucas and call for a more detailed discussion.

The apical systems in the examined echinoids belong to type I, differentiated by Lucas, in which group *B* is composed of the 1st, 2nd and

4th genitals, while group *A* is made up of the 3rd and 5th. The following discrepancies have been noted as compared with the data stated by Lucas.

1. According to that author, the magnitude of the angle in group *B* should be equal or near to 90°, indicating a vertical position of the optic axis. In most of the investigated specimens, however, the axes considerably deviate from a vertical position. The angle at which they meet the surface of the plate is not lower than 50°.

Table 1

Inclination angles of the optic axis in the particular genitals and plates of the 5th interambulacrum

Species	Genital plates					IA 5
	1	2	3	4	5	
1. *Pygomalus analis*	81°	52°	<30°	60°	40°	83°
2. *Pygomalus ovalis*	69°	54°	39°	74°	34°	90°
3. *Pygorhytis ringens*	86°	68°	34°	71°	32°	85°
4. *Collyrites* sp.	75°	58°	36°	81°	<30°	83°
5. *Conulus* sp	78°	55°	35°	69°	—	—
6. *Pyrina* sp.	74°	51°	<30°	60°	—	—
7. *Psammechinus miliaris*	80°	62°	<30°	54°	<30°	—
8. *Echinocardium cordatum*	83°	64°	<30°	76°	40°	82°

2. In group *A* the optic axis is in several cases most certainly not parallel to the surface of the plate (as given by Lucas) and may meet it at an angle of even 40°. Nevertheless within certain limits (40°-<30°) this seems to be a constant magnitude.

3. Lucas state that the optic axes of ambulacral and interambulacral plates (by that author referred as radial and interradial, respectively) meet the test surface at a low angle. However, in the examined plates of the 5th interambulacrum the axial position is vertical or subvertical, while the deviation angle from that position never exceeds 10°. In addition to measurements made on universal rotating stage, numerous fragments of various parts of the test (including ambulacrals) of many echinoids have been examined in convergent light. Every examination revealed black cross placed centrally or subcentrally in the field of view, this being a characteristic representation of the vertical or subvertical position of the optic axis in the examined object.

The final definition of rules establishing the position of optic axes in the particular test plates of the examined echinoids would seem to be as follows.

1. In genitals of group *B* (1st, 2nd and 4th plates) the optic axes are

oriented so that the angle at which they meet the surface of plates always exceeds 50°.

2. In plates of group *A* (3rd and 5th genitals) the analogous angles are equal or lower than 40°.

3. In ambulacral and interambulacral plates the position of the optic axis is nearly vertical. Deviations range up to 10°.

The obtained data provide an affirmative replay to the question whether the plate observed at the base of the periproct in the Disasteridae may actually be recognized as the 5th genital. The angle of its optic axis is analogous to that of the 3rd genital, in which it distinctly differs from the adjacent plates of the interambulacrum.

Measurement data for *Disaster* n. sp. are lacking in the above discussed table. Crystallographic studies of the apical system of this form have shown that it does not belong either to type I or type II of apical system, where group *B* is composed of the 1st, 3rd and 4th genitals, and group *A* — of the 2nd and 5th. Representatives of type II have not been encountered by the present writer among the material in her possession.

The following numerical data have been obtained by examining the apical system and the periproctal area of *Disaster* n. sp. (tab. 2).

Table 2

Inclination angles of the optic axis in the particular genitals and plates of the 5th interambulacrum in four specimens of *Disaster* n. sp.

Specimens	Genital plates					IA 5
	1	2	3	4	5	
1. *Disaster* n. sp.	69^0	50^0	53^0	$<30^0$	$<30^0$	83^0
2. ,,	64^0	45^0	40^0	$<30^0$	—	85^0
3. ,,	63^0	43^0	45^0	$<30^0$	$<30^0$	87^0
4. ,,	68^0	44^0	—	$<30^0$	—	—

In the light shed by these results, from the standpoint of crystallographic analyses, *Disaster* n. sp. undoubtedly constitutes another type — III — in which group *B* is composed of the 1st, 2nd and 3rd genitals, while group *A* contains the 4th and 5th. Owing to inadequate material it has not been possible to ascertain whether this type of apical system is proper for this species only, or whether it is a generic feature. Moreover, it should be noted that the inclination angle limit (50°) in genitals of group *B*, proper for type I of the apical systems, has been exceeded in *Disaster* n. sp., where the respective magnitudes are somewhat below 50°. Investigation of more copious material is needed for the elucidation of this question.

Nevertheless, it should be stressed that in all the three so far ascertained types of apical systems, the 5th genital is always included in a group of plates showing strong axial inclination, and being thus easily identifiable. Doubtlessly this is an important feature in tracing the history of the 5th genital in irregular echinoids.

In view of the constant occurrence of certain inclination angles of the optic axes in the particular genitals, it might prove interesting to investigate from this standpoint the apical system in genera *Holectypus* and *Discoidea.* It is a known fact that though the periproct in these genera is already completely or partly on the oral side, nevertheless a complete set of 5 genitals is still present. Without going into a detailed discussion on the process of periproct migration in these forms, we should note that this is a problem as to whether the 5th genital here is the original genital plate, or whether possibly it is another element of the echinoid test, shifted into its place and, if perforated, taking over the function of the genital.

The following data have been obtained by examining the angles of the optic axes (tab. 3).

Table 3

Inclination angles of the optic axis in the particular genitals

Species	Genital plates				
	1	2	3	4	5
1. *Holectypus depressus*	60°	70°	<30°	59°	80°
2. *Discoidea subucula*	60°	52°	<30°	75°	72°

The above data indicate that the apical systems of these forms belong to type I (with strong axial inclination in the 3rd plate), but that the 5th plate conspicuously deviates from the angle proper for it (below 40°).

As the strong axial inclination in the 5th genital is an extremely constant feature, no modified even by the far reaching migration of that plate in the Disasteridae, it seems most likely that the 5th genital in above considered forms is not homologous with the original plate. We are dealing here with another element of the echinoid test which was shifted into its place and took over its function.

It should be noted that data obtained by the writer for *Discoidea subucula* do not agree with those given for that species by Lucas. According to that author, the optic axis of the 5th genital is here parallel to the surface. This should constitute a cardinal and very important difference. However, we may suppose that Lucas may have mistaken another form for *Discoidea subucula.* This supposition is suggested by his assignment of this species to the group of regular echinoids, which we know to be incorrect.

CONCLUSIONS

The constant position of optic axis in the particular skeletal elements of echinoids is a very interesting fact calling for more detailed analysis. The data given by Lucas, as well as those presented in this paper, are very fragmentary in view of small number of genera covered by measurements, and their fortuitous choice. Even in this meagre material not all the plates have been investigated (e.g. the oculars). Neither is it out of the question that when more copious material has been investigated, the here given magnitudes of angles of optic axes characterizing the various plate groups may prove inaccurate, thus modyfying the here differentiated subdivision.

Moreover, thus far, no sound interpretation has been advanced concerning the constant position of the optic axis in the various plate groups. It is not excluded that a solution of this problem might be possible in connection with studies on the early development stages of the skeleton. We know that some plates of the apical system develop jointly with the larval skeleton, while others as well as ambulacral and interambulacral plates are initiated as independent centres of calcification. One can presume that in the former group of plates the position of the optic axis is determined by the position of this axis in the remains of the larval skeleton with which the plates in question are associated. It should be mentioned too that the originally determined position of the optic axis does not change with growth stages (Becher, 1914).

The solution of the problem discussed calls for further investigations and the above considerations must be treated as merely tentative.

Palaeozoological Laboratory
of the Polish Academy of Sciences
Warszawa, May 1959

REFERENCES

BECHER, S. 1914. Über die Benutzung des Polarisationsmikroskops zur morphologischen Analyse des Echinodermenskelets. — *Zool. Jb., Abt. Anat. Ont. Tiere*, **38**, 211-252, Jena.

BEURLEN, K. 1934. Monographie der Echinoiden-Familie Collyritidae d'Orb. — *Palaeontographica*, **80**, A, 41-144, Stuttgart.

CUÉNOT, L. 1948. Anatomie, éthologie et systématique des Échinodermes. *In*: GRASSÉ, P. Traité de Zoologie, **11**, 3-275, Paris.

DEVRIÈS, A. 1954. A propos de la symétrie des Échinides. — *Publ. Serv. Carte géol. Algérie*, N. S., Bull. **1**, 2, 91-128, Alger.

DURHAM, W. & MELVILLE, R. V. 1957. A classification of Echinoids. — *J. Paleont.*, **31**, 1, 242-272, Menasha.

GORDON, I. 1926. The development of the calcareous test of Echinus miliaris. — *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, Ser. B, **214**, 259-312. London.

GORDON, I. 1927. The development of the calcareous test of Echinocardium cordatum. — *Ibidem*, **215**, 255-313.
HAWKINS, H. L. 1934. The lantern and girdle of some recent and fossil Echinoidea. — *Ibidem*, **223**, 617-648.
— 1943. Evolution and habit among the Echinoidea: some facts and theories. — *Quart. J. Geol. Soc.*, **99**, 1/2, LII-LXXV, London.
LUCAS, G. 1953. Existence, dans l'appareil apical des Oursins, de deux sortes de plaques génitales. Plans de symétrie cristallographique. Hypothèses explicatives. — *C. R. Séances Acad. Sci.*, **237**, 5, 405-407, Paris.
MORTENSEN, Th. 1950. A monograph of the Echinoidea, V. 1: Spatangoida, 1-432. Copenhagen.
RÓŻYCKI, S. Z. 1953. Górny dogger i dolny malm Jury Krakowsko-Częstochowskiej. — *Prace Inst. Geol.*, 3-412, Warszawa.
UBISCH, L. v. 1913. Die Anlage und Ausbildung des Skeletsystems einiger Echiniden und die Symmetrieverhältnisse von Larve und Imago. — *Ztschr. Wiss. Zool.*, **104**, 119-156, Leipzig.
— 1927. Über die Symmetrieverhältnisse von Larve und Imago bei regulären und irregulären Seeigeln. — *Ibidem*, **129**, 541-566.
WEST, C. D. 1937. Note on the crystallography of the echinoderm skeleton. — *J. Paleont.*, **11**, 5, 458-459, Menasha.

WANDA JESIONEK-SZYMAŃSKA

PRZYCZYNEK DO ZNAJOMOŚCI TARCZY SZCZYTOWEJ JEŻOWCÓW NIEREGULARNYCH

Streszczenie

Dokładna analiza pancerzy jeżowców nieregularnych: *Pygomalus ovalis*, *P. analis*, *Pygorhytis ringens*, *Collyrites* sp. i *Disaster* n. sp. z batonu, keloweju i dolnego oksfordu Jury Krakowsko-Częstochowskiej pozwoliła stwierdzić obecność u podstawy peryproktu nie opisanej dotychczas płytki. U wszystkich wymienionych form płytka ta ma kształt półksiężycowaty, o mniej lub bardziej wydłużonych rogach; położona jest ona symetrycznie w stosunku do szwu, łączącego dwa rzędy płytek tylnego pasa interambulakralnego (fig. 1 i 2). U większości jest ona związana dość silnie z pancerzem, a tylko u *Pygomalus ovalis* słabiej, w związku z czym u tego gatunku rzadko się zachowuje (pl. I, fig. 1 i 2). Obecność tej płytki przy tylnym brzegu peryproktu nasuwała przypuszczenie, że jest to piąta płytka genitalna, zepchnięta do tego położenia przez przesuwający się peryprokt. Wniosek ten zyskuje poparcie w faktach obserwowanych na wczesnych stadiach rozwojowych *Echinocardium cordatum*. U jeżowca tego stwierdzono (Gordon, 1927), że migrujący peryprokt spycha stopniowo przed sobą piątą płytkę genitalną, która ostatecznie staje się jedną z płytek peryproktalnych (fig. 3 *B*, *C*).

Uznanie płytki znalezionej u wspomnianych na początku form za piątą genitalną zyskało także poparcie na drodze badań krystalograficznych, w których wyzy-

skano ostatnio skonstatowany fakt (Lucas, 1953), że oś optyczna poszczególnych płytek genitalnych ma stały kąt nachylenia w stosunku do ich powierzchni. Płytka piąta odznacza się bardzo silnym pochyleniem osi optycznej (kąt, z reguły, poniżej 40°) i jest łatwa do odróżnienia w świetle spolaryzowanym od płytek ambulakralnych i interambulakralnych, u których oś optyczna jest prawie prostopadła do powierzchni (pl. I, fig. 3). Szlify cienkie okolicy peryproktalnej wymienionych form, zbadane tą metodą na stoliku Fedorowa, wykazały obecność w nich piątej płytki genitalnej (tab. 1 i 2). Podobne badania tarcz szczytowych *Holectypus depressus* i *Discoidea subucula* (tab. 3) wykazują, że obecna u nich piąta płytka genitalna nie jest pierwotną, lecz stanowi jakiś inny element pancerza, który wszedł na jej miejsce i przejął jej funkcję (przypuszczenie takie było już w literaturze echinologicznej wypowiadane).

OBJAŚNIENIA DO ILUSTRACJI

Fig. 1 (p. 341)

A *Pygomalus analis*, B *Pygorhytis ringens*, C *Collyrites* sp.; *am* pas ambulakralny, *ia* pas interambulakralny, *g* płytka półksiężycowata, *o* płytka ocelarna, *pp* peryprokt.

Fig. 2 (p. 342)

Disaster n. sp., fragment pancerza: *a* widziany z zewnątrz, *b* od wewnątrz, *g* płytka półksiężycowata, *ia* pas interambulakralny.

Fig. 3 (p. 343)

A tarcza szczytowa *Acrosalenia angularis* (Cuénot, 1948); *B* młode stadium *Echinocardium cordatum* (Gordon, 1927), *C* peryprokt *Echinocardium cordatum* (Gordon, 1927); g_5 piąta płytka genitalna, *pp* peryprokt. Wszystkie figury przerysowane i nieco zmodyfikowane.

Pl. I

Fig. 1. Okolica peryproktalna *Pygomalus ovalis* z wyraźną półksiężycowatą płytką u podstawy peryproktu.

Fig. 2. Okolica peryproktalna *Pygomalus ovalis* bez płytki, lecz z widocznym wcięciem po jej wypadnięciu.

Fig. 3. Szlif okolicy peryproktalnej *Disaster* n. sp. oglądany przy nikolach skrzyżowanych. Płytka półksiężycowata wyraźnie jaśniejsza, niż otaczające ją od dołu płytki interambulakralne.

ВАНДА ЕСЁНЭК-ШИМАНЬСКА

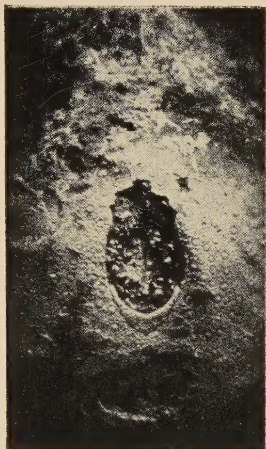
К ИЗУЧЕНИЮ АПИКАЛЬНОГО ПОЛЯ НЕПРАВИЛЬНЫХ МОРСКИХ ЕЖЕЙ

Резюме

Обстоятельный анализ панцырей неправильных морских ежей: *Pygomalus ovalis*, *P. analis*, *Pygorhytis ringens*, *Collyrites* sp. и *Disaster* n. sp. из бата, келловея и нижнего оксфорда Краковско-Ченстоховской юры дал возможность установить присутствие у основания перипрокта не описанной до сего времени пластинки. У всех приведенных морских ежей пластинка эта имеет форму полумесяца с более или менее удлиненными рогами и расположена симметрично относительно шва, соединяющего два ряда пластинок заднего интерамбулакра (фиг. 1 и 2). У большинства форм она связана довольно прочно с панцырем и только у *Pygomalus ovalis* соединение более слабое, в связи с чем рассматриваемая пластинка очень редко сохраняется у этого вида (пл. I, фиг. 1, 2). Наличие этой пластинки у заднего края перипрокта заставляет предполагать, что она является пятой генитальной пластинкой сдвинутой в это положение перемещающимся перипроктом.

Заключение это находит подкрепление в фактах наблюдаемых на ранних стадиях развития *Echinocardium cordatum*. У этого морского ежа установлено (Gordon, 1927), что мигрурующий перипрокт сдвигает постепенно перед собой пятую генитальную пластинку, которая в конце концов становится одной из перипроктальных пластинок (фиг. 3 *B*, *C*).

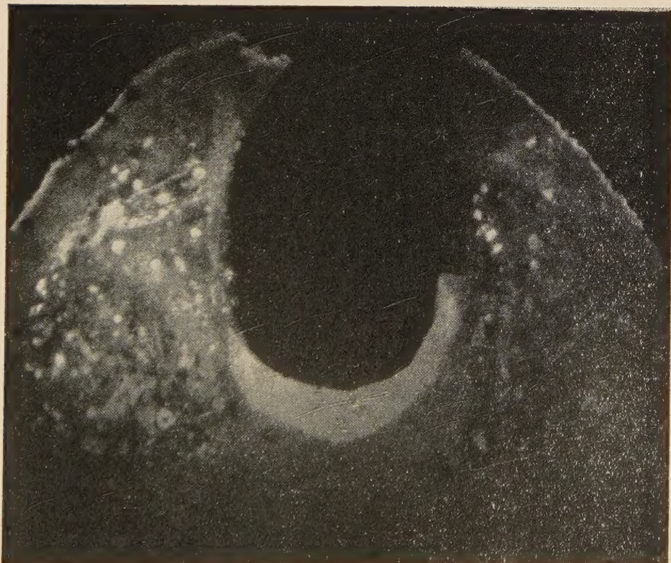
В пользу толкования пластинки у упомянутых в начале форм, как пятой генитальной, говорят тоже результаты кристаллографических исследований, при которых использовано установленный в последнее время факт (Lucas, 1953), что оптическая ось отдельных генитальных пластинок имеет постоянный угол наклона относительно их поверхности. Пятая пластинка отличается очень большим наклоном оптической оси (как правило — угол ниже 40°) и легко отличима в поляризованном свете от амбулакральных и интерамбулакральных пластинок, у которых оптическая ось почти перпендикулярна к поверхности (пл. I, фиг. 3). Тонкие шлифы перипроктальной области указанных выше форм, исследованные этим методом на федоровском столике, обнаружили наличие в них пятой генитальной пластинки (таб. 1 и 2). Результаты подобного рода исследований над апикальным полем *Holectypus depressus* и *Discoidea subucula* (таб. 3) указывают на то, что имеющаяся у них пятая генитальная пластинка не является первичной, но каким то другим элементом панцыря, который занял ее место и перенял ее функцию. (Такое предположение уже высказывалось в ехинологической литературе).



1



2



3

Fig. 1. *Pygomalus ovalis*, periproctal area showing the distinct crescentic plate at the base of the periproct.

Fig. 2. *Pygomalus ovalis*, periproctal area without the crescentic plate showing the incision left by the fallen out plate.

Fig. 3. *Disaster* n. sp., thin section in periproctal area under crossed nicols. Crescentic plate distinctly lighter than the interambulacral plates surrounding it at the base.

ACTA PALAEONTOLOGICA POLONICA

Vol. IV No. 2 1959

8X

Cena zł 30.—

Vol. IV No. 3

SPIS RZECZY — INDEX